PERIODICAL
Fukuoka, Japan. Kyushu Univ. Dept. of Fish
& the Fish. Res. Lab.
#6 Contributions

Contributions from the Department of Fisheries

and

the Fishery Research Laboratory, Kyushu University

No. 6 (1960)

LIBRARY
JAN 23 1962
FISH & WILDLIFE SERVICE

Foreword

After the Department of Fisheries and the attached Fishery Research Laboratory of Kyushu University were founded in 1941 and 1944, respectively, the research activities were greatly inhibited due to the outbreak of World War II and the restoration from its damage. After the War, activities were resumed and an increasing number of scientific papers have been published in various journals and bulletins.

It is, of course, difficult to obtain all of the available reports on the science of fisheries, particularly those which are carried out in Japan. This is perhaps one of the reasons why there are frequent duplication and neglect of related works in this field.

It is hoped that this bulletin which is a compilation of all the scientific achievements from our institute will render our research works available to fisheries research organizations in foreign countries. The exchange of your scientific publications with this bulletin will be acknowledged with appreciation and will serve to promote the advancement of the science of fisheries in the whole world.

May, 1960

Department of Fisheries and
Fishery Research Laboratory,
Kyushu University,
Fukuoka, Japan

Contributions from the Department of Fisheries and the Fishery Research Laboratory, Kyushu University. No. 6 (1960)

Department of Fisheries

——Biological Section——

FUJITA, S., MITO, S.	Egg development and hatched larvae of a chaetodontid fish, *Chaetodontoplus septentrionalis* (TEMMINCK et SCHLEGEL) キンチャクダイの卵発生と仔魚期	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (3) : 227～229 (1960)
FUJITA, S.	Egg development and prelarval stages of a silver-belly, *Leiognathus nuchalis* (TEMMINCK et SCHLEGEL) ヒイラギの卵発生と仔魚前期	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (11) : 1091～1094 (1960)
MITO, S.	Egg development and hatched larvae of the common dolphin-fish, *Coryphaena hippurus* Linné シイラの卵発生と仔魚期	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (3) : 223～226 (1960)
MITO, S.	An introduction to the identification of the pelagic fish eggs and hatched larvae 浮游性魚卵および孵化仔魚の種の同定について	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **18** (1) : 61～70 (1960)
MITO, S.	Keys to the pelagic fish eggs and hatched larvae found in the adjacent waters of Japan 日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **18** (1) : 71～94 (1960)
SEGAWA, S., SAWADA, T., HIGAKI, M., YOSHIDA, T.	Studies on the floating seaweeds – IV Growth of some sargassaceous algae based on the material secured from floating seaweeds 流れ藻の海藻学的研究 – Ⅳ 流れ藻調査から見たホンダワラ類の生長	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **17** (4) : 429～435 (1960)
SEGAWA, S., SAWADA, T., YOSHIDA, T.	Studies on the floating seaweeds – V Seasonal change in amount of the floating seaweeds off the coast of Tsuyazaki 流れ藻の海藻学的研究 – Ⅴ 津屋崎沖合の流れ藻量の季節的変化	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **17** (4) : 437～441 (1960)

TAKESHITA, K., AIKAWA, H.	Biology of Japanese anchovy, *Engraulis japonica* (HOUTTUYN), in the Nankai region (II) 南海水域におけるカタクチイワシの資源生物学的研究 II.	Records Oceanogr Works Japan. No. 4 : 159～164 (1960)
YOSHIDA, T.	On the growth rings found in the root of *Sargassum ringgoldianum* HARVEY (Fucales) オオバモクの根の成長輪について	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (7) : 673～678 (1960)

— Chemical Section —

ENOMOTO, N., IZUMI, T., TOMIYASU, Y.	A simple method of regenerating the saline solution used in brine salting 立塩用食塩水の簡易回収法	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (3) : 343～348 (1960)
ENOMOTO, N., TOMIYASU, Y.	Studies on the external mucous substance of fishes – I. On the chemical properties of the mucous substance of loach, *Misgurnus anguillicaudatus* CANTOR 魚体表面の粘質物質に関する研究 – I. ドジョウの体表面粘性物質の化学的性質	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (7) : 739～744 (1960)
ENOMOTO, N., NAGAO, T., TOMIYASU, Y.	Studies on the external mucous substance of fishes – II. On the chemical properties of the mucous substance of conger, *Astroconger myriaster* BREVOORT 魚体表面の粘性物質に関する研究 – II. マアナゴの体表面粘性物質の化学的性質	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (7) : 745～748 (1960)
ENOMOTO, N., TOMIYASU, Y.	Studies on the fish-components influencing the preservatives – IV. The putrefying process of the surface mucus of loach, *Misgurnus anguillicaudatus* CANTOR 防腐剤に影響を与える魚体成分に関する研究 – IV. 鰌の体表面粘質物の腐敗過程	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **18** (1) : 95～102 (1960)
ISHIO, S.	The reactions of fishes to toxic substances – I. New designed gradient tank for studying avoidance reactions of fishes 毒物に対する魚の反応に関する研究 – I. 魚類の嫌忌反応を試験するための濃度傾斜槽.	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (3) : 349～353 (1960)

Ishio, S.	The reactions of fishes to toxic substances – II. The reactions of fishes to acids 毒物に対する魚の反応に関する研究 – Ⅱ. 酸に対する魚類の反応.	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (9) : 894～899 (1960)
Kobayashi, K., Ōyama, S., Tomiyama, T.	Studies on absorption and metabolism of P^{32} in aquatic organisms - II. Incorporation of directly uptaken P^{32} into various acid-soluble phosphorus compounds of *Rhizodrilus limasus* (Hatai) 水棲生物における P^{32} の吸収および代謝に関する研究 – Ⅱ. マミズイトミミズに吸収された P^{32} の各種酸可溶性燐化合物への分布	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (3) : 338～342 (1960)
Sasayama, S., Hamada, S., Yamada, K., Yone, Y., Tomiyama, T.	Change in freshness and CTC residue of chlortetracycline-treated trawler's catches with species, size and method of treatment クロルテトラサイクリン (CTC) 処理底引漁獲物の鮮度および残存量に対する魚の種類，大きさ，処理方法等の影響	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (3) : 361～368 (1960)
Tomiyama, T., Ikeura, K., Ōyama, S.	Studies on the method for testing the spoilage of food – XI. Determination of volatile reducing substances of mackerel flesh by steam distillation 食品の鮮度測定法に関する研究 – Ⅺ 水蒸気蒸留法によるサバ肉の揮発性還元物質の定量法	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (1) : 33～38 (1960)
Tomiyama, T., Ikeura, K.	Studies on the methods for testing the spoilage of food – XII. Fractionation of volatile reducing substances (VRS) with ion-exchanger 食品の鮮度測定法に関する研究 – Ⅻ. 揮発性還元物質 (VRS) の分画	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (2) : 128～131 (1960)
Tomiyama, T., Ikeura, K., Fuzino, S.	Studies on the method for testing the spoilage of food – XIV. On nature of volatile reducing substances (VRS) determined by Strohecker method 食品の鮮度測定法に関する研究 – ⅩⅣ. 水蒸気蒸留法による VRS の定量法の比較並びに定量される VRS の性質	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (2) : 132～135 (1960)

TOMIYAMA, T., OYAMA‘ S., FUJINO, S.	Studies on the method for testing the spoilage of food – XV. An improved aeration method for determination of VRS 食品の鮮度測定法に関する研究－XV 通気法による揮発性還元物質（VRS）の改良定量法	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (5) : 520～524 (1960)
TOMIYAMA, T., YONE, Y., KITAHARA, K.	Chemical method for determination of chlortetracyline – II. A practical field assay method クロルテトラサイクリンの化学的定量法－Ⅱ. 新螢光定量法の簡易化および他の定量法との比較	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (1) : 55～59 (1960)
TOYOMIZU, M.	Studies on antimicrobial action of oxidized fiish oil – I. Fractionation of carbonyls from the oxidized calamary oil methyl ester 酸化魚油の抗菌作用に関する究研－I. 酸化イカ肝油 methyl ester から carbonyl の分別	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (7) : 721～725 (1960)
TOYOMIZU, M.	Studies on antimicrobial action of oxidized fish oil – II. Separation and identification of carbonyls in the oxidized calamary oil methyl ester by paper chromatography 酸化魚油の抗菌作用に関する研究－Ⅱ. 酸化イカ肝油 methyl ester 中の carbonyl の paper chromatography による分離・同定	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (7) : 726～732 (1960)
TOYOMIZU, M.	Studies on antimicrobial action of oxidized fish oil – III. Separation and identification of carbonyls in the oxidized calamary oil methyl ester by gas-liquid chromatography 酸化魚油の抗菌作用に関する研究－Ⅲ. 酸化イカ肝油 methyl ester の carbonyl の gas-liquid chromatography による分離・同定	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (7) : 733～738 (1960)
YASUNAGA, N.	On the antimicrobial action of rubber hydrochloride film (the casing of fish sausage) 塩酸ゴムフィルム（魚肉ソーセージ用ケーシング）の防腐作用	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **18** (2) : 203～208 (1960)

YONE, Y., TOMIYAMA, T.	Improvement of quality of yellowfin by chlortetracycline (CTC) treatment aboard ship and CTC residue of tissues before and after boiling 船上でクロルテトラサイクリン処理したキワダマグロの鮮度，肉中の CTC 含量ならびに煮沸後の CTC 残存量	Bull. Japan. Soc. Sci Fisheries, **26** (1) : 49～54 (1960)
YONE, Y., FUJINO, S., TOMIYAMA, T.	Stability and bacteriostatic effect of chlortetracycline in sea water 海水中のクロルテトラサイクリンの安定性および静菌効果	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (5) : 514～519 (1960)

Fishery Research Laboratory

KOGA, F.	The developmental stages of nauplius larvae of *Pareuchaeta russelli* (FARRAN) *Pareuchaeta russelli* (FARRAN) のナウプリウス幼生の変態	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (8) : 792～795 (1960)
KOGA, F.	The nauplius larvae of *Centropages abdominalis* SATO *Centropages abdominalis* SATO のノープリアス幼生	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **26** (9) : 877～881 (1960)
SUEHIRO, S.	Studies on the yeasts developing in putrefied marine algae 海藻の腐敗中に出現する酵母について	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **17** (4) :443～449 (1960)
SUEHIRO, S.	Studies on the luminous bacterium of *Leiognathus rivulatus* – I. On the duration of the bacterial luminescence オキヒイラギの発光細菌に関する研究 – I. 発光の持続性について	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **18** (1) : 103～108 (1960)
TANAKA, O.	The pelagic copepods of the Izu region, middle Japan Systematic account VI. Families Phaennidae and Tharybidae	Publ. Seto Mar. Biol. Lab., **8** (1) : 86～135 (1960)
TANAKA, O.	Biological Results of the Japanese Antarctic Rsearch Expedition 10. Pelagic Copepopa	Special Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 1～177 (1960)

Department of Fisheries
Biological Section

キンチャクダイの卵発生と仔魚期

藤田矢郎・水戸　敏

日本水産学会誌
第二十六巻　第三号　別冊
昭和三十五年三月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 26, No. 3, March 1960.

キンチャクダイの卵発生と仔魚期

藤田矢郎・水戸敏

(1959 年 12 月 15 日受理)

EGG DEVELOPMENT AND HATCHED LARVAE OF A CHAETODONTID FISH, *CHAETODONTOPLUS SEPTENTRIONALIS* (TEMMINCK et SCHLEGEL)

Shiro FUJITA and Satoshi MITO*

Chaetodontoplus septentrionalis (TEMMINCK et SCHLEGEL) is a common chaetodontid fish, distributed from the middle to southern Japan, Formosa and China.

The spawning season seems to extend from July to early September in the western part of Yamaguchi Prefecture.

On August 12 and 25, 1959 the authors carried out the artificial insemination of this fish and observed the egg development and hatched larvae at Tsunoshima, Hohoku Cho, Yamaguchi Prefecture.

The egg is colorless and buoyant, spherical in shape measuring 0.82～0.88 mm in diameter with a single oil globule measuring 0.15～0.20 mm. The yolk is roughly segmented near its animal pole.

Hatching took place in 16 hours at the water temperature of 26.8～28.0°C and in 22 hours and 40 minutes at 24～26°C.

Newly hatched larvae (including the one of Fig. 1, i) were 1.9～2.0 mm in total length, with the oil globule situated at the posterior part of the elongated oval-shaped yolk sac. The myotome number was 12 + 15 = 27 (vertebral number of this fish being 10 + 14 = 24). The melanophores were scattered all over the body excepting the end part of the tail and on the surface of the oil globule. The larvae were free from the xanthophores.

In 22 hours, the eyes became slightly pigmented. The xantophores appeared on the oil globule and on the yolk around it, none on the body. The melanophores on the oil globule shifted to the anterior part of the yolk. The number of myotomes was 10 + 15 = 25.

In 48 hours, the yolk and oil globule were almost consumed and the larva attained 2.6 mm in total length. The mouth was formed, and pectoral fins well developed. The melanophores became larger and covered the body excepting the tail end.

In 68 hours, the yolk were entirely consumed and the larva died.

キンチャクダイ** *Chaetodontoplus septentrionalis* (TEMMINCK et SCHLEGEL) はチョウチョウウオ科 Chaetodontidae に属し，本邦中部以南から台湾，支那海に分布する温熱帯性の沿岸魚である。

チョウチョウウオ科魚類の産卵については，サザナミヤッコ属の1種 *Pomacanthus arcuatus* について STRAUGHAN[1] の報告があるが，卵および孵化仔魚の性質については触れていない。

また，本科魚類のうちには幼期に特異な形をした Tholichthys stage を経過するものがあり，わが国産のものについては渡部[2),3)] および岡田・渡部[4)] の報告がある。

筆者らは 1959 年（昭和 34 年）夏に，山口県豊浦郡豊北町角島（山口県北西部，日本海側）において本種の人工授精を行い，卵内発生と孵化仔魚とを観察することができたので報告する。

* 九州大学農学部水産学教室 (Fish. Lab. Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka City). 本研究の一部は農林漁業試験研究費補助金（内田恵太郎）によつた。

** 本種の方言： イシメンボウ（山口県，角島），キョウゲンバカマ（下関市，安岡）。

産卵期，卵および卵内発生

産卵期　角島附近における本種の産卵期は，成魚の生殖巣の状態から見て 7～9 月上旬と考えられる。産卵期においては，卵巣の発達した雌魚の腹部は著しく膨出するので，雌雄の識別は容易である。

卵　完熟卵は油球 1 個を有する無色透明の球形分離浮性卵で，卵径 0.82～0.88 mm，油球径 0.15～0.20 mm であつた。卵膜には特殊な構造はないが，卵黄には動物極の周辺に粗な亀裂がある。卵膜腔は狭い。

人工授精は 8 月 12 日と 8 月 25 日に，底刺網の漁獲を用い，漁獲現場で乾導法により行つた。親魚の全長は ♀ 156 mm，♂ 152 mm（8 月 12 日），♀ 165 mm，♂ 140 mm（8 月 25 日）であつた。両回とも飼育水温の差による孵化所要時間には相違があつたが，卵内発生の諸経過はほぼ同一であつた。

卵内発生 (Fig. 1, a～h)　8 月 25 日午後 11 時 10 分に人工授精を行い，26.8～28.0°C で飼育した場合について述べる。

受精後 2 時間 20 分に最初の観察を行つたが，卵はすでに Morula 期に達していた (a)。受精直後からこの間までは舟上で経過したため観察を欠いている。4 時間 50 分後には胚皮は卵黄の 1/3 を掩い，胚体原基が分化し (c)，8 時間後には胚孔を閉じかけた (d)。8 時間 50 分後には筋肉節 6 個を生じ，眼球および KUPFFER 氏胞が認められ，油球は胚体の反対側に位置する (e)。12 時間 30 分後には筋肉節 12 個を生じ，頭部から尾部に至る胚体上に黒色素胞が現われている (f)。13 時間 30 分後にはレンズ，耳嚢および心臓が分化し，筋肉節は 23 個に増加した。胚体上の黒色素胞は数を増し，油球上にも黒色素胞が現われた (g, h)。16 時間後に孵化が始まり，その後 1 時間以内にほとんどの卵が孵化した。孵化直前には胚体は卵内のほぼ 4/5 を廻り，筋肉節 26～27 個が数えられた。卵内発生中に黒以外の色素胞は出現しない。卵は孵化するまで容器の表層または中層に浮游していた。24～26°C の水温では受精後 22 時間 40 分に最初の孵化が見られた。

孵化仔魚 (Fig. 1, i～l)　孵化直後の仔魚 (i) は全長 1.9～2.0 mm，卵黄は長卵形で粗な亀裂があり，長径は 1.0～1.1 mm，油球は卵黄の後端または僅にその前下方に位置し，径 0.2 mm であつた。筋肉節数は 12 + 15 = 27（本種の脊椎骨数は 10 + 14 = 24），肛門は体の中央よりやや後に開く。樹枝状黒色素胞が頭頂から尾部後方までの体の背腹面および正中線に沿つてほぼ 1 列に並び，油球の背面上にも見られる。黄色素胞は全くない。

孵化後 12 時間の仔魚 (j)　全長 2.32 mm，胸鰭が現われ，油球上の黒色素胞が前方へ移る。肛門の位置は体の中央よりやや前方，筋肉節数は 12 + 13 = 25。

孵化後 22 時間の仔魚 (k)　全長 2.25～2.45 mm，卵黄長径 0.35 mm，油球径 0.15 mm，筋肉節数 10 + 15 = 25。眼に黒色素胞が現われ始め，体側のものは大きさを増すが位置はほとんど変らない。油球上の黒色素胞は卵黄の前方へ移り，油球およびその周辺の卵黄上に黄色素胞が現われる。腸管背縁および腹縁に 1～2 個の黒色素胞がある個体もある。

孵化後 48 時間の仔魚 (l)　全長 2.60 mm，卵黄をほとんど吸収し（長径 0.15 mm），口が開き，鰓弓の原基が認められる。胸鰭は大きく発達し，眼も黒くなる。体側の黒色素胞はさらに大きくなり，胸鰭基底部から尾部後方近くまでの体側一面を掩い，内眼でもこの部分は黒く見える。卵黄上の黄色素胞は褪色し，認められなくなつた。

孵化後 68 時間には卵黄を吸収し尽し，死んでいた。

本研究に当り，終始御指導を賜わり，かつ本稿の御校閲を頂いた内田恵太郎教授並びに採集に協力された角島漁協の組合員諸氏に深謝の意を表する。

文　献

1) STRAUGHAN, R. P. L.: *Aquarium J.*, **30** (9), 338 (1959).
2) 渡部正雄：資源研短報., No. 11～19, (1946).
3) ————：資源研彙報., No. 10, 25 (1946).
4) 岡田彌一郎・渡部正雄：動雑., **57** (3), 29 (1947).

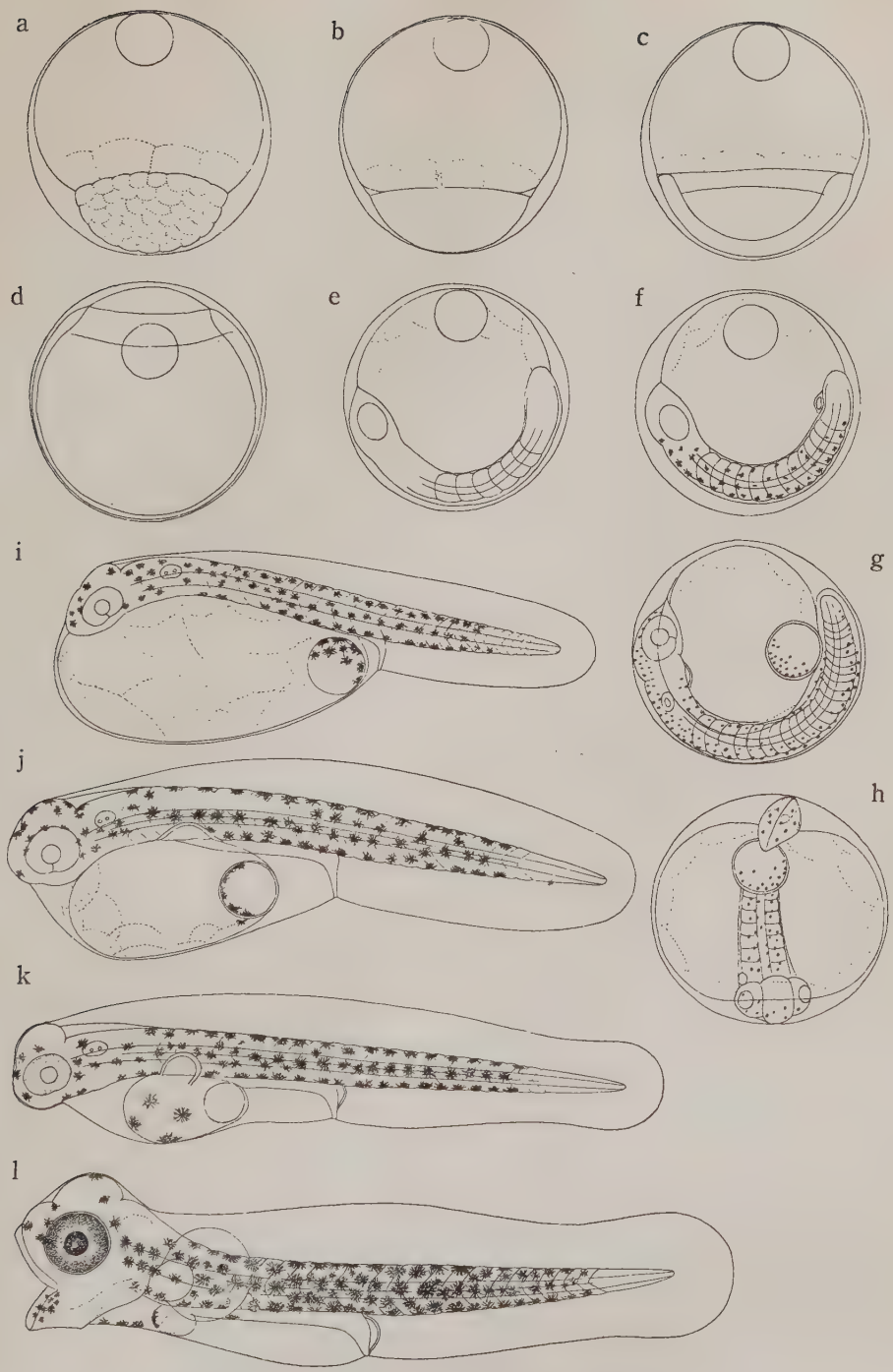


Fig. 1. Developing eggs and hatched larvae.

a. Morula stage, $2^{h}20^{m}$ after insemination. b. Blastula stage, 3^{h}. c. $4^{h}50^{m}$. d. Shortly before the closure of the blastopore, 8^{h}. e. 6-myotome stage, $8^{h}50^{m}$. f. 12-myotome stage, appearance of melanophores, $12^{h}30^{m}$. g, h. 23-myotome stage, 19^{h}. i. Larva just hatched, 1.90 mm in total length. j. Larva 12^{h} after, 2.32 mm in total length. k. Larva 22^{h} after, 2.45 mm in total length. l. Larva 48^{h} after, 2.60 mm in total length. (26.8～28.0°C)

PRINTED BY
KOKUSAI BUNKEN INSATSUSHA
SHINJUKU-KU, TOKYO

ヒイラギの卵発生と仔魚前期

藤　田　矢　郎

日本水産学会誌
第二十六巻 第十一号 別冊
昭和三十五年十一月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 26, No. 11, November 1960

ヒイラギの卵発生と仔魚前期

藤田矢郎

(1960 年 8 月 12 日受理)

EGG DEVELOPMENT AND PRELARVAL STAGES OF A SILVER-BELLY, *LEIOGNATHUS NUCHALIS* (TEMMINCK et SCHLEGEL)

Shiro FUJITA*

Leiognathus nuchalis (TEMMINCK et SCHLEGEL) is a common leiognathid fish of Japan, mainly distributed along the coasts of south-western part of the territory as well as in Korea and China. It appears to inhabit the shallow coastal regions. The spawning season seems to extend from the middle of May to the end of July in northern Kyushu.

On June 22, 1959, the author carried out the artificial insemination of this fish at Moji City, Kyushu, and observed the egg development and hatched larvae.

The egg is bouyant and colorless, spherical in shape measuring 0.6～0.65 mm in diameter, with a single oil-globule measuring 0.12～0.15 mm. The yolk and egg-membrane have no particular structure.

Hatching took place in 30 hours and 45 minutes at the water temperature 22.5～23.9°C. In the course of development, melanophores and xanthophores appeared on the embryonal body and surface of oil-globule in 2～3 hours before hatching (Figs. 1～9).

Newly hatched larva (Fig. 10), measuring 1.4 mm in total length, had $8-9+17=25-26$ myotomes (the number of vertebrae of this fish is $10+14=24$).

The hatched larvae were floating in the water near the surface with the yolk upwards. The melanophores were seen on the back side from head to tail and on the surface of oil-globule. The xanthophores were distributed on the head, trunk, middle part of the tail forming cross bands, and on the surface of oil-globule and yolk surface around the oil-globule. Five or six hours old larvae (including the one of Fig. 11) were 1.63～1.95 mm in total length. The groups of xanthophores appeared on the head, back of the front part of trunk, back and abdominal side behind the anus and middle of the tail. 39 hours old larva was 2.1 mm in total length. The yolk was not yet wholly absorbed. The eyes were becoming black. They were floating vertically in the water with the head downwards. The larvae, 65 hours after hatching (Fig. 13), nearly consumed the yolk and reached 2.15～2.20 mm in total length, with the anus being slightly shifted forwards. The number of myotomes was $6+19=25$. The larvae swam freely in the water.

ヒイラギ *Leiognathus nuchalis* (TEMMINCK et SCHLEGEL) はヒイラギ科 Leiognathidae に属し，本州中部以南の内湾性の沿岸に多く，定置網，底刺網などの漁獲物中に普通に見られる。ヒイラギ科魚類 (*Leiognathus splendens*[1], *L. fasciatus*[2),3),4)], *L. insidiator*[6], *L. leniolatus*[6], *L. ruconius*[7),8),9)], *L. bindus*[5], *L. blochii*[7),10)], *L. equulus*[10] など) の幼期については多くの研究があるが，本種の卵発生および孵化仔魚についてはまだ明らかにされていない。筆者は 1959 年夏門司市部崎燈台沖のキス一本釣に混獲された本種の親魚を用い，人工授精を行ない，孵化仔魚を得て約 5 日間飼育観察したので卵発生と仔魚前期

* 九州大学農学部水産学教室 (Fish. Lab. Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka City). 本研究の一部は農林漁業試験研究費補助金（内田恵太郎）によつた。

** 本種の方言 トンバ，トンマ（福岡市附近)。カガミトリ（下関市吉見の漁師)。ガガナキ（門司市附近の漁師)。

について報告する。

本研究に当り御指導を賜り，かつ原稿の御校閲を戴いた内田恵太郎前教授に深謝の意を表する。

産卵および成熟卵巣

北九州地方では本種の産卵期は5月中旬から7月下旬に亘り，産卵盛期は6月から7月上旬と考えられる。熟卵を持つた成魚の卵巣内には，卵径 0.6～0.65 mm の完熟卵と 0.2～0.3 mm およびそれ以下の卵径の未熟卵があり，卵巣を切開すると前者だけ流出する。完熟卵は卵巣卵の一部である。全長 105 mm の1例では卵径 0.6～0.65 mm の完熟卵 13,814 個，0.2～0.3 mm の未熟卵 21,204 個が数えられた（本種では左右の卵巣の壁が互に癒着しており，左右別々に卵数を計測することは容易ではないので左右の卵巣卵全部の合計値である）。全長 104 mm の親魚で完熟卵 15,509 個，112 mm のもので 17,154 個が数えられた。

完熟卵巣内の卵の状態から考えて，同一雌魚による放卵は少くとも1回以上行なわれるのではないかと想像される。

卵および卵発生

卵　受精卵は球形の分離浮性卵で油球1個を有する。卵径 0.6～0.65 mm，油球径 0.12～0.15 mm。卵膜腔は狭い。卵膜および卵黄に特殊な構造はなく，卵黄，油球ともに無色透明である。

人工授精　1959 年 6 月 22 日 12 時 55 分，雄全長 102 mm，雌 125 mm の親魚を用い，乾導法によつて行なつた。授精後海水の表面に浮んだ卵はほとんど全卵受精していた。

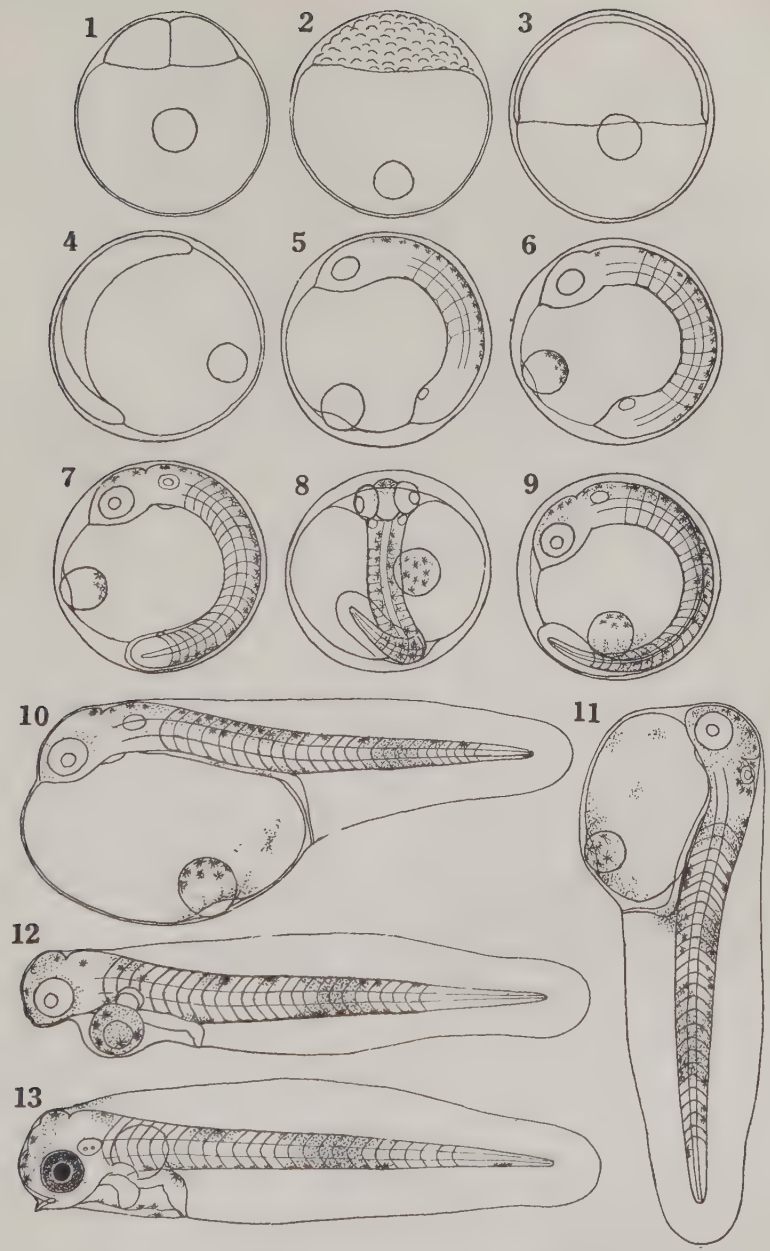
卵内発生　卵発生の諸経過は一般硬骨魚卵と大差はない。卵発生中の飼育水温は 22.8～23.9°C であつた。卵発生の途中，胚体上に黒色胞と黄色胞，油球上に黒色胞と黄色胞が現われるが，卵黄上には油球周辺に孵化前に黄色胞が僅かに現われるだけである。

授精後1時間で第1分割，1時間15分で第2分割 (Fig. 1)，1時間35分で第3分割，1時間50分で第4分割，3時間35分で Morula 初期 (Fig. 2)，7時間35分後には Blastula 期に達した。10時間後には胚皮は卵黄の約 1/2 を掩い (Fig. 3)，14時間20分後には原口が閉じ，胚体の原基が現われている (Fig. 4)。17時間5分後には胚体上に筋肉節 5～6 個，眼胞および KUPFFER 氏胞を生じ，胚体背面に黒色胞多数が見られる。油球は卵黄表面からその一部が突出している (Fig. 5)。19時間5分後には筋肉節 11～12 個を生じ，油球上に黒色胞が現われている (Fig. 6)。21時間5分後には筋肉節 14～15 個が数えられた。24時間後には筋肉節 21 個，眼球および耳胞を生じ，頭部から尾部にかけて胚体上に黄色胞が多数現われている。KUPFFER 氏胞は消失しはじめている (Fig. 7)。26時間35分には筋肉節 25～26 個が数えられ，油球上に黒色胞のほか黄色胞を生じている (Fig. 8)。授精後 30 時間 45 分で最初の孵出が見られ，その後 30 分以内にほとんど全卵孵化した。孵化直前には胚体は卵内の 8/10～9/10 を周り，油球の周辺の卵黄上に黄色胞が現われている (Fig. 9)。

孵化仔魚

孵化直後の仔魚 (Fig. 10) は全長 1.4 mm で卵黄長径 0.6～0.65 mm，油球 (径 0.1～0.15 mm) は卵黄の中央よりやや後方または卵黄後端下に位置し，その一部が卵黄表面から突出している。筋肉節数は 8～9＋17 = 25～26 (成魚の脊椎骨数 10 + 14 = 24) で，肛門は魚体の中央より僅かに後方に開く。黒色胞が頭頂から尾部に至る魚体背面に散在し，油球上にも見られる。黄色胞は魚体の頭部，胴部，尾部，油球上および油球周辺の卵黄上に分布し，とくに尾部中央部では黄色胞帯を形成している。仔魚膜鰭上には色胞は全くない。孵化直後の仔魚は卵黄を上にして水面に仰臥の姿勢で浮びほとんど運動しない。孵化後 2～3 時間経過すると容器の中層に卵黄を上にして仰向けに静止する個体が多くなる。

孵化後 5～6 時間の仔魚 (Fig. 11) は全長 1.63～1.95 mm，卵黄径 0.49～0.53 mm，油球径 0.15～0.17 mm，筋肉節数 7 + 18～19 = 25～26 で，肛門の位置は孵化直後に比して前進し，魚体の前方から 2/5 よ



Developing eggs and hatched larvae (fine dots show the xanthophores)

1) 2-cell stage, 1 hr. 2) Morula stage, 3 hr. 35 min. 3) 10 hr. 4) Formation of embryonal body, blastopore closed, 14 hr. 20 min. 5) 5-myotome stage, eye balls and Kupffer's vesicle formed, chromatophores appeared on the embryonal body. 6) 12-myotome stage, 19 hr. 5 min. 7) 21-myotome stage, xanthophores appeared on the embryonal body, 21 hr. 5 min. 8) 26-myotome stage, 26 hr. 35 min. 9) Just before hatching, 30 hr. 30 min. 10) Newly hatched larva, 1.4 mm in total length. 11) 6-hour-old larva, 1.85 mm. 12) 33-hour-old larva, 2.1 mm. 13) 65-hour-old larva, 2.2 mm.

りやや後方に開口している。胴部中央部，肛門直上の腹面および背面に小さな黄色胞の集団があり，尾部中央部には黄色胞帯が見られる。卵黄上に黄色胞が多数現われているが，黒色胞はない。魚体上の黄色胞の分布状態はこの時期にほぼ完成し，その後大きな変化は見られない。

孵化後 16 時間の 1 個体では全長 1.85 mm，筋肉節 8 + 17 = 25 が数えられ，胸鰭の原基が現われはじめている。

孵化後 33 時間の仔魚 (Fig. 12) は全長 2.05～2.20 mm，卵黄径 0.2～0.22 mm，油球径 0.1 mm，筋肉節 7 + 18 = 25 が数えられた。肛門は魚体の前方から約 7/20 のところに開口する。小さな黒色胞が頭部，魚体背面，尾部腹面および卵黄上に散在する。黄色胞は目の周辺，胸鰭の基底部背腹両面，肛門直上腹面とその背面，尾部中央部および卵黄上に集つている。

39 時間後の仔魚は目に黒色胞が現われはじめている。卵黄は吸収しつくされてはいない。多くの個体は水の中層に頭を下にして垂直の姿勢で浮いている。

65 時間後の仔魚 (Fig. 13) は卵黄を吸収しつくし，全長 2.15～2.20 mm に達し，筋肉節 6 + 19 = 25 が数えられる。肛門は魚体の前方から約 3/10 のところ，第 6 筋肉節下に開口している。目は黒くなつている。黒色胞が頭部，魚体腹面および腹腔壁下面にあり，尾部腹面では腹面腹中線に沿つて点状の黒色胞が 1 列にならんでいる。魚体背面の黒色胞は小点状になり，数もいちぢるしく少くなつている。頭部，肩部，肛門直上腹面とそれよりやや後方の背面および尾部中央部に黄色胞帯をなしている。仔魚は容器の中層，下層を正位の姿勢で自由に游泳している。孵化後約 5 日（卵黄吸収後約 2 日）で全部斃死した。黄色胞の褪色が起つていたほか体制に変化は見られなかつた。

文　　献

1) Arora, H. L.: Ind. Pac. Fish. Coun. 3rd Meet. Madras, Tech. Pap. 33 (1951).
2) Bal, D. V. and Pradhan, L. B.: Govt. Central Press, Bombay (1945).
3) ————, ————: ibid. (1946).
4) ————, ————: ibid. (1947).
5) Chacko, P. I.: Proc. Ind. Acad. Sci., **31**, 3B, 162～174 (1950).
6) John, M. A.: J. Zool. Soc. India, **3**, 1, 38～66 (1951).
7) Nair, R. V.: Proc. 3rd Ind. Sci. Congr. Pt. 3 (Abstract), 127 (1946).
8) ————: Proc. Ind. Acad. Sci., **27**, 4B, 87～91 (1948).
9) ————: ibid. Sci., **35**, 6B, 225～244 (1952).
10) Whitehouse, R. H.: Madras Fish. Bull., **17**, 3, 49～103 (1923).

PRINTED BY
KOKUSAI BUNKEN INSATSUSHA
SHINJUKU-KU TOKYO

シイラの卵発生と仔魚期

水戸　敏

日本水産学会誌
第二十六巻　第三号　別冊
昭和三十五年三月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 26, No. 3, March 1960.

シイラの卵発生と仔魚期

水戸 敏

(1959 年 12 月 15 日受理)

EGG DEVELOPMENT AND HATCHED LARVAE OF THE COMMON DOLPHIN-FISH, *CORYPHAENA HIPPURUS* LINNÉ

Satoshi MITO*

Concerning post-larvae and juvenile of the common dolphin-fish, *Coryphaena hippurus*, there are reports by various authors, however, the egg development and succeeding pre-larval stage, so far, seem to remain undescribed.

The ovarian egg of this fish is buoyant, colorless, spherical in shape, measuring 1.2~1.6 mm in diameter, with a single light yellow oil globule measuring 0.3~0.4 mm in diameter.

The yolk is coarsely segmented, but after being preserved, these segmentations became indistinct.

According to the occurrence of eggs and larvae in the sea, and the examination of the gonad of this fish, the spawning season around Kyushu seems to extend from late May to late August (Table 1). The hatching took place in about two days at the water temperature 24~26°C.

During the course of egg development, many melanophores and xanthophores appeared on the embryonal body, yolk and oil globule (Fig. 1, a-c).

The just hatched larva was 3.95 mm in total length, with the oil globule situated at the posterior part of the yolk, and the anus opened somewhat posteriorly to the middle of the body. The myotome number was 17 + 15 = 32 (the vertebral number of this fish being 31).

Melanophores and xanthophores were scattered nearly all over the body, yolk and oil globule, but on the marginal fin there were observed only the xanthophores.

Soon after hatching, the chromatophores became larger and approached to each other, and the xanthophores on the marginal fin shifted to its margin.

In 4 days after hatching, the yolk and oil globule were entirely consumed and the larva attained 5.70 mm. The xanthophores of the marginal fin became faint. The myotome number and the position of the anus remained unchanged (Fig. 1, e).

シイラ *Coryphaena hippurus* LINNÉ は世界各地の暖海の表層に分布し，全長 2m 近くに達する魚である。本種の稚魚については LÜTKEN[1] をはじめ多数の報告があり，わが国からは内田[2]，中村[3]，千田[4]，黒田[5] および内田・道津[6] 等によつて報告されている。しかし，産卵についてはなお不明な点が多く，卵内発生および発育初期の仔魚については知られていない。

筆者は九州近海に出現する浮游性魚卵中に，種々の点から考えて，本種と思われるものを得ているので報告する。

はじめに本研究に当り終始御指導下さり，かつ本稿の校閲をしていただいた内田恵太郎教授，資料の蒐集その他で御世話になつた南海区水産研究所矢部博遠洋資源部長，横田滝雄沿岸資源部長および長崎県五島玉之浦漁協前組合長藤原弁止の諸氏に深謝する。

* 九州大学農学部水産学教室 (Fish. Lab. Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka City). 本研究の一部は農林漁業試験研究費補助金（内田恵太郎）によつた。

産卵期，卵および卵内発生

産卵期　内田は南日本では5月末から6月下旬にわたると述べ，内田・道津は稚魚の出現傾向から山陰以西の暖流域では春～夏に産卵が行われ，南にゆくほど長期にわたろうと想像している。筆者が採集し得た天然浮性卵の出現期は6月末～8月末であつた (Table 1)。

Table 1. Note on the floating eggs of *C. hippurus*.

Date of collection	Locality	Surface water temperature °C	Number of eggs	Diameter of egg mm	Diameter of oil globule mm
June 27'53	Off shore of Miyazaki Pref.	22.0	8	1.28～1.62	0.32～0.35
August 27''	〃	29.6	5	1.32～1.37	0.28～0.31
July 1'54	Near Tamanoura Cho, Goto Islands	21.0	3	1.55～1.58	0.31～0.34

卵　1955 年8月 19 日に，宮崎県都井岬沖で曳縄により漁獲された全長 112cm の成魚の熟卵は，径 1.30～1.64mm，径 0.3～0.4mm の油球1個を持つ球形分離浮性卵であつた（矢部氏よりいただく。70% アルコール中に1年保存)。卵黄の亀裂の有無は固定保存した標本のためはつきりしなかつたが，泡沫構造らしいものが認められた。また 1957 年6月に屋久島近海で漁獲された成魚の熟卵は，漁獲後かなりの時間を経過し，個々の卵は変形していたが，卵黄に亀裂が認められた。

天然浮性卵は径 1.28～1.62mm，油球は1個，淡黄色，径 0.28～0.35mm，卵黄は全面に亀裂があつた。

卵内発生 (Fig. 1, a～c)　他の浮性魚卵に比べて特に変つた点はない。産卵期の水温 (21～29°C) では放卵後 2～2.5 日で孵化するものと思われる。

採集された卵のうちで発生の最も初期にあつたものは，採集後5時間 20 分に7筋肉節期にあつた (a)。この卵は 24～26°C の水温では3時間後に眼胞が分化し (b)，14 時間後には胚体は卵黄の約 3/4 を取巻き，胚体と油球上とには黒および黄色素胞，卵黄上には黒色素胞だけが現われていた (c)。この状態から 9.5～11.5 時間後（採集後 29～31 時間）に孵化した。

孵化近くになると頭部を取巻く卵黄上に孵化酵素腺が環状に現われ，黄色素胞も卵黄全表面に分布した。孵出孔の形[7]は類円孔が多く，時に蝶番蓋型や一部の乱れた類円孔が見られた。

孵化仔魚 (Fig. 1, d～g)

孵化直後の仔魚 (d)　全長 3.95mm，油球は卵黄の後下方にあり，肛門は卵黄から離れ，第 17 筋肉節下，体の中央よりやや後ろに開く。小さい星状または樹枝状黒色素胞が尾端を除く体側全面，卵黄および油球上に散在し，点状黄色素胞は膜鰭を含む体表全域に密布し，卵黄および油球上にも見られた。筋肉節数は $17+15=32$。

孵化後 5～7 時間の仔魚 (e)　全長 4.30mm，胸鰭が現われはじめた。体側の黒色素胞は数が減り，大きさを増した。膜鰭上の黄色素胞は集まつて帯状になり，縁辺に並んだ。

孵化後1日の仔魚 (f)　全長 5.82mm，体側の黄色素胞が発達し，尾端を除く全側面を掩つた。卵黄および油球上の黄色素胞は減少した。膜鰭縁辺の黄色素胞は背腹とも体の前方から 1/3～3/4 の間に分布し，尾部中央附近では体の背腹面と細く連つていた。体側の黒色素胞は再び数を増し，尾部背面では一部膜鰭内へ拡がつた。腸管下屈部に 1～2 個の黒色素胞が現われた。筋肉節数や肛門の位置は変らない。

孵化後4日の仔魚 (g)　全長 5.70mm，卵黄および油球を吸収し尽し，眼は黒く，口は大きく開いた。胸鰭も大きい。膜鰭上の黄色素胞は減少し，背膜鰭では中央部の縁辺に断続して並ぶ数個と尾部の体背面から鰭内へ拡がる3個だけになつた。腹膜鰭では肛門より前にはなく，尾部の体腹面から鰭内へ拡がる2個（背面のものと相対する）が認められるに過ぎなかつた。体側の色素胞には変化がなく，消化管上には樹枝状

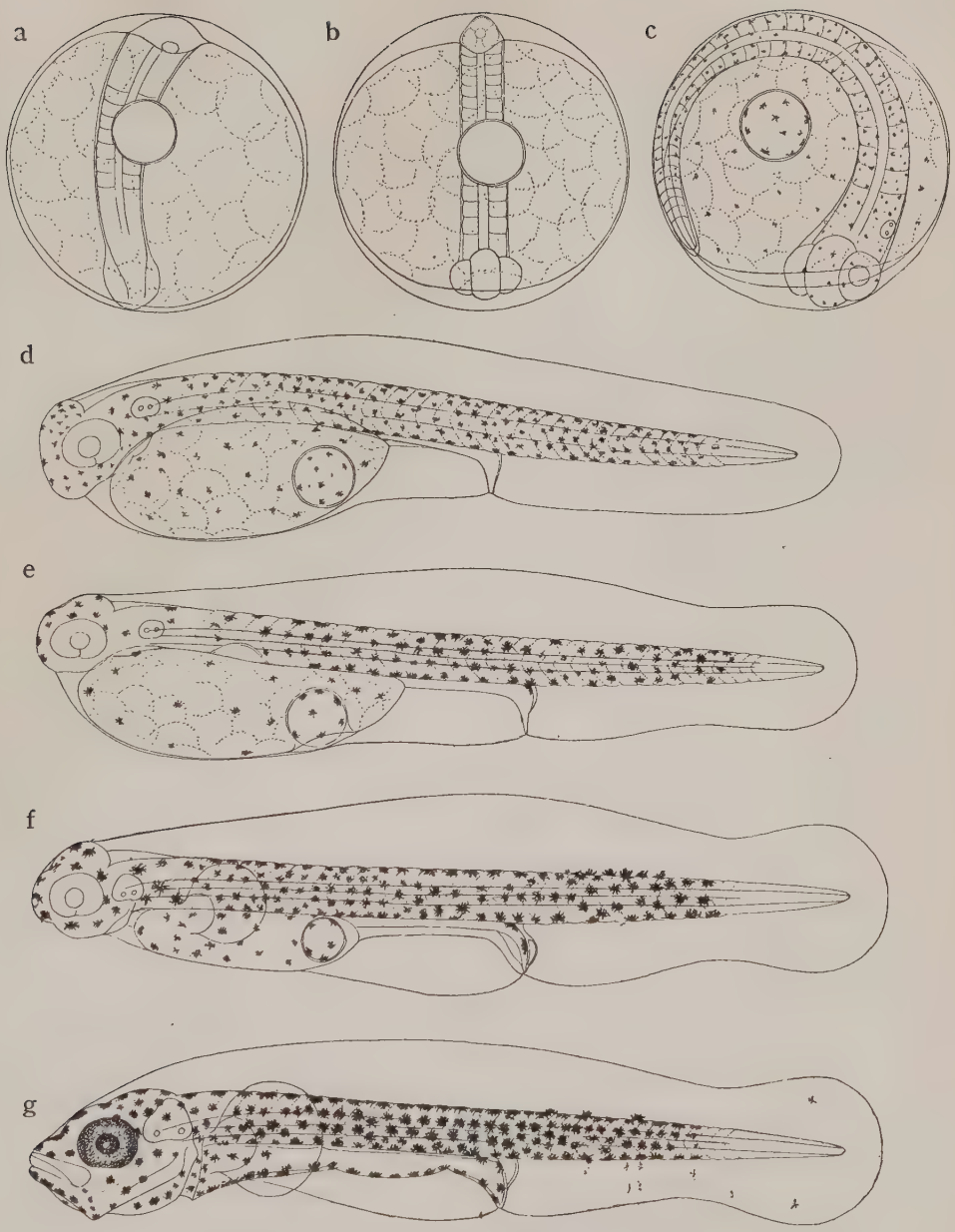


Fig. 1. Developing eggs and hatched larvae.

a. 7-myotome stage, $5^h 20^m$ after collection. b. $8^h 20^m$. c. Developed embryo with melanophores and xanthophores, $19^h 20^m$, about 10^h before hatching. d. Larva just hatched, 3.95 mm in total length. e. Larva $5\sim7^h$ after hatching, 4.30 mm in total length. f. Larva 1 day old, 5.82 mm in total length. g. Larva 4 days old, 5.70 mm in total length. (24~26°C)

(Drawm from alive specimens, xanthophores omitted.)

の黒色素胞が現われ，主として下面に並んだ。尾部後方の膜鰭内にも少数の黒色素胞が現われた。肛門の位置や筋肉節数に変化はなかつた。

上述した卵および孵化仔魚をシイラと考えたのは，はじめて述べたように浮性卵の性質が熟卵に似ていること，卵黄を吸収し尽した仔魚は千田が報告したシイラ稚魚 (4.3mm) に酷似すること，シイラの脊椎骨数が 31 個（エビスシイラは 33 個，いずれも内田[8] による）であること等によつた。

なお，この卵および孵化仔魚は，筋肉節数以外の点では，Sanzo[9]が報告したメカジキ *Xiphias gladius* L., Sparta[10] が記載したフウライカジキ属の 1 種 *Tetrapturus belone* Raf. の卵および孵化仔魚に良く似ている。

文　　献

1) Lütken, C.: *Spolia Atlantica*, 483 (1880).
2) 内田恵太郎： 水学報., **4** (3), 178 (1924).
3) 中村秀也： 養殖会誌, **6** (7, 8), 133 (1936).
4) 千田哲資： 長崎水試資料, **59**, 49 (1954).
5) 黒田長礼： 動雑., **65** (2), 49 (1956).
6) 内田恵太郎・道津喜衛： 対馬暖流開発調査報告書, 第 2 輯, 43 (1958).
7) 内田恵太郎： 科学, **8** (1), 3 (1938).
8) ————: 本誌, **4** (4), 224 (1935).
9) Sanzo, L.: *Faune ichthyologique*, No. 7 (1931).
10) Sparta, A.: *Estratto Bollett. Pisca Piscicol. Idrobiol.*, **29** (8), 3 (1953).

PRINTED BY
KOKUSAI BUNKEN INSATSUSHA
SHINJUKU-KU, TOKYO

浮游性魚卵および孵化仔魚の種の同定について

水戸敏

An introduction to the identification of the pelagic fish eggs and hatched larvae

Satoshi Mito

九州大学農学部学芸雑誌，第18巻 第1号，別刷，昭和35年10月31日

Reprinted from the Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, vol 18, no. 1, October 31, 1960

浮游性魚卵および孵化仔魚の種の同定について

水　戸　　敏

An introduction to the identification of the pelagic fish eggs and hatched larvae

Satoshi Mito

はしがき

魚類の初期生活史の研究には，卵およびそれから孵化した仔魚の性質を明らかにすることが必要であるのは云うまでもない．海産の硬骨魚の多くが浮性卵を産み，しかもそれらは容易に採集されるが，種名ないしは所属の判明しないものが多い．

我国における浮游性魚卵の研究は 19 世紀の末から行なわれ，神谷(1916～1925)によつてその当時までの知識がまとめられ，50 種の記載と 53 種についての検索が示された．

その後にも浮游性魚卵の研究はかなり行なわれているが断片的なものが多く，それらをまとめた業績は見当らない．

筆者は 1951 年から九州近海に出現する浮性魚卵の採集研究を行い，現在までに 200 余種を得ている．しかし，当然出現することが期待される種類はなお非常に多く，今後更に研究を続行する必要が痛感される．

最近水産資源調査研究の一部として，産卵調査が各地で行なわれ，神谷以後の知識の整理が必要になつて来た．

この報告では浮游性魚卵およびそれから孵出した仔魚の種の同定について解説する．

なお本研究に当り終始御指導下さつた内田恵太郎前教授に謹んで感謝の意を表する．

浮游性魚卵および孵化仔魚の分類上の特徴

魚卵は沈性卵と浮性卵とに 2 大別されるが，ここでは浮性卵のみを取扱う．

浮性卵は表層浮性卵 Epipelagic egg と深層または中層浮性卵 Bathypelagic egg の 2 つの型が知られている．しかし，この 2 型の間には厳密な区別点は見出し難い．例えばもつとも典型的な深層浮性卵として知られているニギスの一種 ***Argentina silus*** の卵は数百ないし千数百米の深層から採集されるのが普通であるが，まれには 50 m 位の浅い所からも採集される．一方，表層浮性卵も種類によつては，卵内発生の進行と共に沈降するものもある．

以下に述べる浮性卵とはプランクトンネットや稚魚網の表層曳によつて採集される魚卵を意味する．

浮性卵は産み出された時の状態によつて，凝集浮性卵と分離浮性卵とに分けられる．

凝集浮性卵 Agglutinated pelagic egg. 個々の卵がゼラチン質に包まれて帯状または嚢状をなすか，卵が互に粘着し，塊状になつて浮漂するものを云う．ゼラチン質に包まれた卵も卵内発生が進むと個々に分離し，後述する分離浮性卵と同じ性質を呈する場合がある．

卵を収容しているゼラチン質は，卵の初期発生を保護する作用があるものと考えられる．これらの卵は発生初期には卵膜が薄く，ゼラチン質から取り出せば卵径を著しく増して死ぬ場合が多い．発生が進めば卵膜も厚くなり，分離しても正常に発生を続けて行く．一方，ゼラチン質自体も産み出された直後は強靱で弾力性があり，波浪等の機械的破壊に耐え得るが，卵内発生が進み，孵化に近くなるかまたは中の卵が孵化した後に弾力性を失い，崩壊して包蔵していた卵や孵化仔魚を放出してしまう．この崩壊が起る時期は種類によりほぼ定つている．

凝集浮性卵はその形状により次のように分類される．

1. 卵帯 Egg ribbon. 卵を収容しているゼラチン質は薄く，長い帯状を呈する．

2. 卵嚢 Egg balloon. 卵は中空の薄いゼラチン質の嚢中に収容されている．種類によつてはこの嚢が基部で合し，1対になつている場合もある．

3. 卵塊 Floating egg mass. 卵はゼラチン質に包まれず，個々のものが互に粘着し，塊状になつて浮漂する．

分離浮性卵 Isolated pelagic egg. 卵は1個ずつ分れて産み出される．凝集浮性卵に比べて種類が著しく多く，分類も困難である．卵黄中に含まれる油球の数によつて3群に分ち，それらを更に卵膜に特殊な構造のあるものとないものとに分けた．後者は卵膜腔の狭小なものと広いものとに分け，卵膜に特殊な構造がなく卵膜腔の狭小なものは卵黄に亀裂があるものとないものとに分けた．

このように大まかに分類された卵は，次に述べる諸形質によつて更に細分される．

浮性卵の分類の規準になる諸形質は生時と固定保存した材料とでは多少異なるが，ここでは生時のものを観察する際に注目すべき諸形質について述べ，卵および孵化仔魚を固定保存した場合にそれらがどのように変るかについても補足する．

浮性卵は，前にも述べたように，凝集浮性卵と分離浮性卵とがある．まず採集された卵がその何れに属するかを見きわめておくことは大切である．

卵の形：大部分のものは球形であるが，カタクチイワシ（Pl. 1, fig. 1）のように楕円形のものや紡錘形（種名不詳）のものもある．種々の程度に変形した球形卵は普通に見られるが，それらの程度には一定した規準を定め難い．まれには卵内発生の進行と共に卵形が変る場合もある．卵が互に粘着していた場合には，粘着面は平板状を呈することが多い．

卵径：分類の基本になる形質であるが，種類による差異と同一種内の変異とが重なる場合も多く，これだけで種名ないしは所属の判明する卵は少ない．浮性卵では卵径の最大は無足類の一種の 4.8 mm，最小はベラの一種の 0.5 mm で，0.7～1.5 mm 程度のものが種類も量も多い．

卵膜：卵膜には注目すべき性質が多い．

1. 色調．多くは無色透明であるが，イワシ類，無足魚類およびタチウオ等の卵では虹色の光彩を放ち，肉眼でも所属の判定が出来る場合がある．

2. 卵膜の厚さ．一般にはごく薄いが，ハコフグ類，エソ類およびネズッポ類の卵膜はやや厚く，淡褐色の色調を帯びていることが多い．アオヤガラでは2重の卵膜を持つ（Delsman, 1921）．

3. 卵膜に存在する特殊構造．多くのものでは平滑で表面に特殊な構造がない．しかし，次に述べるような特殊な構造を持つた卵がある．

卵被．キュウリエソの卵膜表面には金平糖状の卵被がある（西村，1957）．

退化纏絡糸．トビウオ類の二，三の種（Delsman, 1924；今井，1959）に見られるもので，本来は長い纏絡糸を有する沈性卵が外洋の生活に適応して短い纏絡糸（または突起）を持つ浮性卵に変化したものと考えられる（Pl. 1, figs. 7, 8）．

三枚羽根状突起．ハダカイワシ類と思われる魚卵に見られるもので，卵膜の全表面から放射状に突出している（Pl. 1, fig. 5）．

疣状突起．異体類の数種に認められる．卵膜の一端に1個の小突起がある（Pl. 1, fig. 9）．

亀甲状模様．かなり多くの種類に認められる．エソ類やネズッポ類の卵膜に見られるものは直径 0.06mm 以下であるが，ツノウミノシタ？では直径 0.2mm にも達する（Pl. 1, fig. 11）．これらの亀甲模様はほぼ規則正しく配列しているが，不規則な六角形の模様を持つている卵もある．イザリウオ類では卵を収容しているゼラチン質の卵帯表面に微小な亀甲模様がある．

卵膜の表面に不規則なしわの見られる卵は多く，その程度に軽重があり，同一種の卵でも強弱があつて判然とした特徴とは云い難い場合が多い．一般に人工授精卵ではこのしわがはつきり見られる場合が多いが，その種の天然浮性卵では認められないことが多い．

卵膜腔：ほとんどの浮性卵では狭小である．しかし，イワシ類や無足類の魚卵には著しく広いものがある（Pl. 1, fig. 14）．卵内発生の進行と共に卵黄を吸収し，卵膜腔が広くなる場合は多い．ここでは発生初期に卵黄がほとんど，或は全く卵膜に接している場合を卵膜腔が狭いと規定した．

卵黄：多くのものは無色透明である．淡黄色を呈したり，幾分不透明な場合があるが，発生過程によつて濃淡，軽重があるので注意を要する．

卵黄に亀裂または泡沫構造の認められる卵は少なくない．卵黄の亀裂は全面におよぶものと一部分に限られているものとがあり，更に卵内発生の進行と共に一部から全面におよぶ場合もある（神谷，1922；Ahlstrom and Ball, 1954；水戸，1956）．イワシ類，無足魚類およびアジ類は例外なく卵黄に亀裂があるらしい．亀裂の大小，粗密は種類によつてほぼ一定している（Pl. 1, figs. 1, 14）．

油球：卵黄内に含まれている油球の数および大きさは分類上の重要な形質である．浮性卵は油球の数によつて1個（Pl. 1, figs. 3, 9, 14），0個（Pl. 1, figs. 1, 7）および多数（Pl. 1, fig. 11）の3型に分けられる．しかし，1個と多数の場合とでは時に紛らわしいことがある．すなわち本来は油球1個であるものが例外的に2～3個に分離し，卵内発生中にそれらが合して1個になるものと，最初から例外なく2～5個の油球を持ち，それら

が卵内発生中に合して1個になるものとがあつて（Pl. 1, figs. 5, 6），両者を区別し難い．またごく稀には多数の油球がありながら孵化以前にそれらを全部吸収してしまうものもある．

油球の色は無色のものが多いが，淡黄色，黄色，銅色，橙黄色および朱赤色を呈する場合もある．油球が着色している場合でも個体差が大きく，卵内発生の進行と共に褪色するものが多い点は注意を要する．

浮性卵の分類査定には以上述べた諸形質に加えて，卵内発生中に起る変化と孵化仔魚の性質とを併せて検討しなければならない．

卵内発生中に起る変化：卵黄内にある油球は発生のごく初期には自由な位置を占めることが出来，自然の場合には，胚盤を下にして浮いているから植物極に位置している．しかし，卵内発生の進行と共にその種固有の位置に固着される．この時期と場所とは分類上大きな手がかりになる（例えばハオコゼ（福田，1934），ハコフグ類等）．稀にはイトフエフキのように卵内発生中に油球の変形が見られるものもある（水戸，1956）．孵化仔魚の場合に詳しく述べるが，油球が卵黄内で占める位置は分類上重要な形質で，卵内発生の後期になれば大体の見当をつけることが出来る．

卵内発生中に現われる色素胞については，その種類（通常黒および黄色素胞），発現の時期，場所，形と数および発生の進行に伴うそれらの変化を詳しく観察する必要がある．

胚体の筋肉節数や肛門の位置も孵化以前に概略が分れば査定の助けになる．

また，卵内発生中に胸鰭，背鰭，腹鰭および種々の付属物を生ずる場合がある．これらについては出現の時期や性質に留意する．

孵出孔：内田（1938）は魚の種類により孵出孔の形がほぼ一定しているもののあることを報告している．浮性卵を飼育観察する際に，卵内発生および孵化仔魚に加えて孵出孔の形にも注意することが望ましい．

筆者も孵出孔の形は機会ある毎に観察を行なつて来たが，同一種に属する卵を多数得ることが困難なため，浮性卵査定の形質として採り上げるまでには至つていない．浮性卵では卵膜が薄く，破孔型特に不整孔を示すものが多い．類円孔，直線裂孔型および蝶番蓋型の孵出孔を示す種類は，概して大型の卵に多く，しかも，同一種内で孵出孔の形に変異が少ないように思われた．

孵化仔魚：浮性卵の査定には孵化仔魚の観察は欠かせない．孵化仔魚を観察することによつて，はじめて種ないしは所属の判定が出来る場合が少なくないからである．全長，卵黄および油球の大きさ，体の各部の長さおよび卵黄吸収に伴うそれらの変化は詳しく記録しておく必要がある．孵化仔魚には卵の場合以上に促え得る形質が多いので以下にそれらについて述べる．

卵黄の形．半球形に近いものが普通であるが（Pl. 1, fig. 4），ベラ類のように細長いものやカタクチイワシ，エソ類の或る種および無足類の如く著しく細長いものがある（Pl. 1, figs. 2, 15）．

油球の位置．1個の場合は卵黄の前方(Pl. 1, fig. 15)またはそこから更に前方に突出しているか，後端（Pl. 1, fig. 4）または後下方に位置するものが多く，中央部に存在する

ものは少ない（コノシロ等）．しかし，油球の位置は卵黄吸収に伴い変化して，卵黄の中央部へ移る場合が多い．

油球が多数ある場合には，卵黄全面に散在しているか，特定の場所に集まつているかである．集まつている場合には卵黄の後方か下縁に多く見られる．

筋肉節数．親魚の脊椎骨数より1～2個多いのが普通である．孵化直後の仔魚では尾部末端の筋肉節が未分化なため少なかつたり，反対にかなり多い場合もある．卵黄を吸収し尽す頃にはほぼ一定した数を示す．一般に浮性卵から孵出した仔魚は体制が発達せず，成魚の分類形質はほとんど現われていない．したがつて成魚の脊椎骨数にほぼ対応した価を示す筋肉節数は浮性卵の査定上重要な手がかりである．

筋肉節数は肛門（腸管の下屈部）を境にして前後に分けて数えるが，親魚の腹椎と尾椎数に一致することは稀である．この数は孵化後の時間の経過に伴つて変化することが多く，仔・稚魚期に肛門の位置が移動する魚種は多い．

肛門の位置．表わし方に2通りある．その1つは前述の筋肉節数によるもので，他の1つは全長に対する肛門までの長さで示す法である．この両者はほぼ一致するが，孵化後尾部が著しく伸長する場合や無足魚類のように，肛門の位置はかなり後方でありながら，そこを境にした前後の筋肉節数がほぼ等しいものでは一致しない（Pl. 1, fig. 15）．

孵化直後の仔魚の肛門の位置は卵黄直後，卵黄のやや後方および卵黄から離れて著しく後方（尾端近く）にあるものがある．肛門の位置が卵黄から離れているもの程卵黄吸収に伴う肛門の位置の移動が少ない．

肛門の位置が体の中央より前にあるものはタイ類，サバ類，異体類等種類が多く，ほぼ中央にあるものはブリ，スズキ，タカノハダイ等で，著しく後方にあるものはイワシ類や無足魚類である．

膜鰭．始まる位置，広狭およびその後の変化に注意する．膜鰭には種類によつて次に述べるような特殊な構造のあるものがあり，査定の手がかりになる．

顕著な顆粒構造．エソ類，フサカサゴ類およびブリ等に見られる．

網目状構造．ハナオコゼおよびイタチウオ類等に見られる．

縁辺にある針状構造物．バラ類，ネズッポ類およびまれに異体類等に現われる（Pl. 1, fig. 10）．

これらは孵化後時間の経過に伴い強弱や数が変ることがある．

胸鰭以外の鰭や付属物．前述したように浮性卵から孵出した仔魚は体制が未分化で，卵黄を吸収し尽しても胸鰭以外の鰭は現われないものが多い．しかし，卵内発生中または卵黄を吸収するにつれて背鰭や腹鰭の現われる種類がある．フリソデウオ類では孵化以前に背・腹鰭を生じ，その前部鰭条が長く伸びている．ウシノシタの或る種では卵黄を吸収し尽す頃に頭上に長い棘状物を生ずる．アゴアマダイの或る種やアンコウ類では卵黄吸収中に腹鰭を生ずる（Pl. 1, fig. 13）．種名は不詳であるが孵化直後から鰓蓋後隅部に1本の棘状物を持つているものがある．ハコフグ類では孵化以前に頭胴部が函で掩われている．

色素胞．現われる種類は卵内の場合と同じである．これらが体表，卵黄，油球上，膜鰭，胸鰭およびその他の付属物上等いろいろの場所に現われる．色素胞は魚種と発生過程によ

つてほぼ定つた場所に現われ，発達し，移動し集散する．この変化も分類上重要な特徴になる．色素胞の形は点状，星状，樹枝状，塊状および叢状等があるが，卵または仔魚の生理状態によつて収縮，拡張を行う場合がある．

魚卵および孵化仔魚を固定保存した場合の変化

ホルマリンまたはアルコール中に保存した材料は種々の程度に変形し，生時に比べて促え得る形質も減少する．固定保存した材料について研究を行う場合には，それによつて起る変化を熟知しておかねばならない．

卵を10倍程度に稀釈したホルマリン液中に保存した場合には，卵が変形した場合を除き，卵径の変化は少なく，10％以上収縮することは稀である．卵黄その他の内容物が崩壊した場合でも卵径を増すことはない．卵膜の特殊な構造はそのまま残る．

卵黄は生時の透明さを全く失い，多くの場合白色を呈するが，淡黄色になる場合もある．平均して10％程度収縮し，そのため卵膜腔がやや広くなる．卵黄の収縮は発生過程によつて程度が異なり，発生の初期（胚皮が卵黄の約3/4を掩う頃まで）に著しく，50％近くも収縮することがある．胚体形成後は内容の崩壊が起らない限り収縮の程度は小さい．

卵黄の亀裂はイワシ類や無足類では固定保存後も明瞭に観察されるが，アジ類等に見られる粗な亀裂は認め難くなることが多い．また，卵黄に亀裂のなかつた卵が，固定保存による卵黄収縮の結果亀裂があつたような外観を呈する場合がある．一般に固定保存後の卵黄の亀裂は大きい泡沫状に見える．

油球は固定保存によつて最も変化を受け易く，変化の状態も多様である．色はほとんど例外なく黄色を呈する．1個のものが2～3個に分れる場合も多い．本来の位置から他の場所へ移ることも多く，この場合には旧位置は暗く，空虚な感を与え，油球上にあつた色素胞はもとの場所に残る．油球が崩壊した場合には径を増すようである．

胚および胚体は生時の透明さを失い，卵黄とほぼ同程度収縮する．

色素胞は黒色素胞を除き他は全部消失してしまう．この変化は査定上かなり致命的である．

70％程度のアルコール中に保存した場合は以上の変化が更に大きいように思われる．何れにしても固定保存した卵の査定は著しく困難で，特に発生初期のものでは不可能と思われる卵は少なくない．

孵化仔魚を固定保存した場合の変化は卵の場合とほぼ同様である．全長の収縮はホルマリンの場合に約10％，アルコールの場合は15％程度であるが，軀幹部と尾部とでは収縮の程度が異なり，尾部の方が大きい．従つて全長に対する体の各部の長さの割合は生時と異なる．筋肉節数は前後端が見難くなるが，概数は数え得る．

以上述べたように，固定保存した材料により卵の査定を行うことは，一部の特殊な種類を除いて非常に困難である．卵内発生を初期（受精から胚孔閉鎖まで），中期（それ以後胚体の尾部が卵黄から離れるまで）および後期（それ以降孵化まで）の3期に分けて，査定上着目すべき点を要約すれば次の通りである．

初期．卵径，油球の有無，色調，数および大きさ，卵膜腔の広狭，卵膜の色調と特殊な構造の有無，卵黄の亀裂の有無，胚孔閉鎖時の胚体分化の度合および油球の位置，稀に色素胞．

中期．初期形質に加えて，色素胞および油球の位置．

後期．初期および中期形質に加えて，筋肉節数，肛門の位置，膜鰭上の色素胞の有無，卵黄および胚体上に現われる顆粒構造，稀に胚体に付属する突起や伸長鰭条等．

文　　献

Ahlstrom, E. H. and O. P. Ball, 1954. Description of eggs and larvae of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) and distribution and abundance of larvae in 1950 and 1951. U. S. Fish and Wildlife Serv. Fish. Bull., **56**: 209–245.

Bapat, S. V., 1955. A preliminary study of the pelagic fish eggs and larvae of the Gulf of Mannar and the Palk Bay. Indian J. Fish., **11** (1): 231–255.

Budd, P. L., 1940. Development of the eggs and early larvae of six California fishes. Calif. Div. Fish and Game, Fish. Bull., (56): 1–53, 13 pls.

Delsman, H. C., 1921. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 1. *Fistularia serrata* Cuv. Treubia, **2** (1): 97–108.

————, 1924. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 3. A pelagic scomberesocid egg. Ibid., **5** (4): 408–418.

————, 1929. The study of pelagic fish eggs. Fourth Pacific Sci. Congr. Batavia (Java): 1–7, 9 pls.

————, 1938. Fish eggs and larvae from the Java sea, 24. Myctophoidea. Treubia, **16** (3): 415–420.

Ehrenbaum, E., 1905–09. Eier und Larven von Fischen. 1 Teil. Nordisches Plankton, Lief. 4: 1–216; 2 Teil. Ibid., Lief. 10: 217–413.

藤田矢郎・内田恵太郎，1959．ハオコゼの産卵習性と初期発生．九大農学芸誌，**17**(3)：277–282.

福田英夫，1934．ハオコゼの卵．水学報，**6** (1)：54–55.

今井貞彦，1959．日本近海産トビウオ類生活史の研究—I．鹿大水産学部紀要，7（別冊）：1–85, 41 pls.

神谷尚志，1916．館山湾に於ける浮性魚卵並に其稚児．水講試報，**11** (5)：1–92, 5 pls.

————，1922．館山湾に於ける浮性魚卵並に其稚仔　第2報．瀬戸内海に於ける浮性魚卵並に其稚仔．同誌，**18** (3)：1–39, 5 pls.

————，1924．邦産浮性魚卵検索表．水研誌，**19** (6)：33–40.

————，1925．館山湾に於ける浮性魚卵並に其稚仔（第3報）．北陸沿岸に於ける浮性魚卵並に其稚仔．水講試報，**21** (3)：71–106, 3 pls.

倉上政幹，1913．アンコウ（*Lophius*）の卵及び仔魚に就て．水研誌，8 (5)：175–177, 1 pl.

三崎通信，1897．魚卵の一大布．動雑，**9** (106)：335–336.

水戸　敏，1956．イトフエフキの卵発生と仔魚期．九大農学芸誌，**15** (4)：497–500. 1 pl.

————，1956．イシダイの卵発生と仔魚期．同誌，**15** (4)：501–506, 1 pl.

Mosher, C., 1954. Observations on the spawning behavior and the early larval development of the sargassum fish, *Histrio histrio* (Linnaeus). Zoologica, **39** (4): 141–152, 3 pls.

西村三郎，1957．日本近海産“マクルラス卵”の分類学的所属について．日本海区水研年報，(3)：1–11.

Orton, G. L., 1953. Development and migration of pigment cells in some teleost fishes. J. Morph., (1) : 69–89, 5 pls.

————, 1955. Color variation in certain fish eggs. Copeia, (2) : 144–145.

————, 1955. Early developmental stages of the California scorpion fish, *Scorpaena guttata*. Ibid., (3) : 210–215.

大島 広, 1930. 天草雑俎 (その三). 動雑, **42** (495) : 29–37.

Schmidt, J., 1906. On the larval and post-larval development of the argentius (*Argentina silus* (Ascan) and *Argentina sphyraena* Linné). With some notes on *Mallotus villosus* (O. F. Müller). Medd. Komm. Havunders. Ser. Fiskeri, **2** (4) : 1–20, 2 pls.

Shelbourne, J E., 1956. The effect of water conservation on the structure of marine fish embryos and larvae. J. Mar. Biol. Assoc. U. K., **35** (1) : 275–286, 1 pl.

内田恵太郎, 1924. 寒天状物質に包まれた硬骨魚卵. 水学報, **4** (3) : 179–181.

————, 1938. 硬骨魚卵の孵出孔の形に就て. 科学, **8** (1) : 3–5.

————, 1941. 魚卵の生態. 海洋の科学, **1** (3) : 9–16, 1 pl.

————, 1943. 魚類の生活史概説. 同誌, **3** (10) : 427–436.

Résumé

A number of marine fishes spawn pelagic eggs which are easily collected by a tow net, while the identification of them is not always easy because of their simple structure.

Therefore to identify the pelagic eggs we must observe the process of the egg development as well as the hatched larvae. The hatched larvae can be reared as far as the yolk have been consumed, but even at this stage, some of them are still remain unidentifiable.

The pelagic fish eggs can be divided into the agglutinated pelagic eggs and isolated ones. The characteristics of both of these groups are as follows:

Agglutinated pelagic eggs. The eggs are spawned either imbedded in a gelatinous ribbon or balloon, or they are agglutinated to each other forming an egg mass without gelatinous substance.

Isolated pelagic eggs. The spawned eggs are isolated, not forming any mass.

The following characteristics are especially important to identify the pelagic eggs.

Egg size and shape. The diameter of the pelagic eggs is ranging from 0.5 to 4.8 mm, mostly 0.7～1.5 mm. Most of the pelagic eggs are spherical in shape, but some of them are ellipsoidal or in other shape.

Egg membrane. Usually colorless, thin, without any markings, but some have double membrane, coated membrane or membrane with various markings or appendages (Pl. 1, figs. 5, 7, 8, 9, & 11).

Perivitelline space is usually narrow, but sometimes considerablly wide.

Yolk is mostly colorless and homogeneous, but some have segmented yolk.

Oil globule. The pelagic eggs can be divided into three groups according to the absence or presence of an oil globule or oil globules. Coloration, position as well as the number of oil globule must be examined, together with their changes during the course of egg development.

Pigmentation. Sorts and distribution of pigments, time and location of their occurrence and their changes during the egg development are also important.

Hatching pore. Some eggs have special form in hatching pore.

In the hatched larvae, the shape of the yolk, the position of oil globule, the number of myotomes, the position of the anus and its shifting, the nature of the marginal fin, pigmentations, dorsal and ventral fins (if present), and the changes of all these characteristics during the larval development are indispensable for the identification of species.

Fisheries Laboratory,
Faculty of Agriculture,
Kyushu University

Explanation of Plate 1

カタクチイワシ *Engraulis japonica* (Houttuyn)

Fig. 1. Just before hatching, 1.41×0.66 mm in diameter.

Fig. 2. Newly hatched larvae, 3.02 mm in total length.

クロダイ *Mylio macrocephalus* (Basilewsky)

Fig. 3. 20-myotome stage, 0.89 mm in diameter.

Fig. 4. Larva just hatched, 1.90 mm in total length.

ハダカイワシ亜目の一種 Myctophina No. 1

Fig. 5. Embryo formation, 1.37 mm in diameter.

Fig. 6. Larva just hatched, 4.98 mm in total length.

サヨリトビウオ *Oxyporhamphus micropterus micropterus* (Cuvier et Valenciennes)

Fig. 7. Embryo formation, 1.72 mm in diameter.

Fig. 8. One of the rudimentary tendrils of the egg membrane, 0.08 mm in length.

ヒラメ科の一種 Bothidae No. 8

Fig. 9. 32-myotome stage, 1.32 mm in diameter.

Fig. 10. Larva 2.5 days old, 3.80 mm in total length.

ツノウシノシタ *Aesopia cornuta* Kaup ?

Fig. 11. 12 h before hatching, 1.60 mm in diameter.

Fig. 12. Larva just hatched, 4.31 mm in total length.

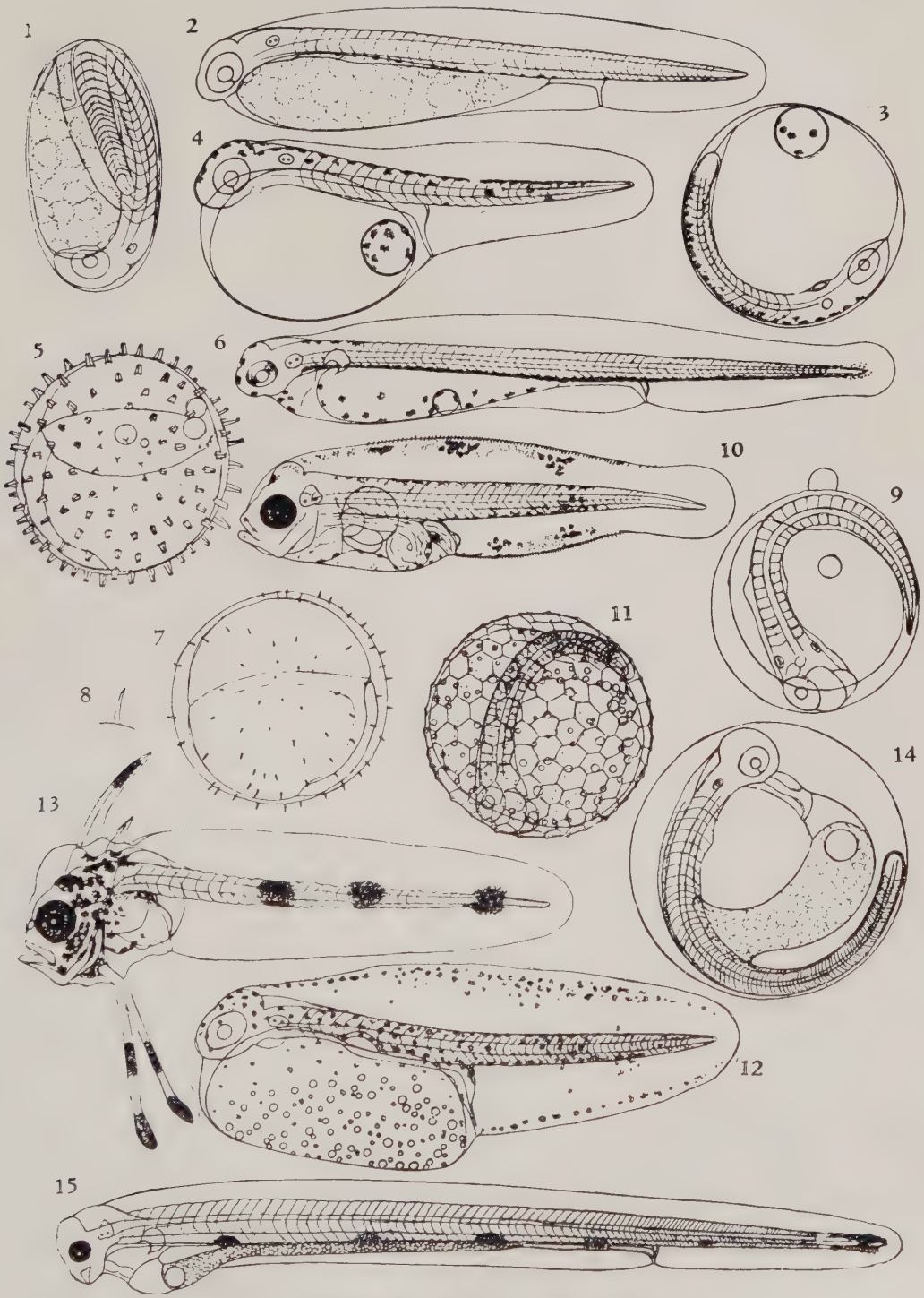
キアンコウ *Lophius litulon* (Jordan) ?

Fig. 13. Larva about 8 days old, 6.05 mm in total length.

ウミヘビ科の一種 Ophichthidae No. 1

Fig. 14. 81-myotome stage, 2.65 mm in diameter.

Fig. 15. Newly hatched larva, 9.60 mm in total length.



浮游性魚卵・孵化仔魚の種の同定

日本近海に出現する浮游性魚卵および稚仔魚の検索

水戸敏

Keys to the pelagic fish eggs and hatched larvae found in the adjacent waters of Japan

Satoshi Mito

九州大学農学部学芸雑誌，第18巻 第1号，別刷，昭和35年10月31日

Reprinted from the Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, vol 18, no. 1, October 31, 1960

日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

水　戸　　敏

Keys to the pelagic fish eggs and hatched larvae found in the adjacent waters of Japan

Satoshi Mito

我国近海に出現する浮游性魚卵の検索としては神谷（1924）の報告がある．氏の検索には当時までに判明した53種が含まれているが，その後多くの種類について浮性卵の性質が判明し，氏の検索を更に充実させる必要が感じられてきた．

この報告では我国近海に出現するか，または出現することが予期される246種（種名不詳のものも含む）についての検索を示した．収めた種類は筆者が，主として，九州近海から得たものが多く，それらに既に報告されている種類を加えた．しかし，この海域に出現することが予想される種類はなお甚だ多く，更に詳細な研究が必要である．

学名はシロギス（キス）を除き松原（1955）によつた．種名は判明しなかつたが，所属の見当のついた種類は属，科（亜科）または目（亜目）の1種として示し，番号を付した．

卵内発生および孵化仔魚の性質が既に判明している種類に酷似した1群の種は型としてまとめ，それらに番号を付した．しかし，分類学上近縁な種類の卵はその性質が良く似ているとは限らない．したがつて，未知の卵がある既知の種に酷似していてもその分類学的所属の判定は慎重に行う必要がある．なおこの場合には卵の性質よりも孵化した仔魚の性質に着目するのがより合理的な場合が多い．

所属の判定が出来なかつた種類は符号で示し，将来の研究に俟つことにした．

種名ないし符号の前に（　）で示したものは，その種の浮性卵が採集された月と場所とを示す．地名中富岡は熊本県天草郡苓北町に，土々呂は宮崎県延岡市に，玉之浦は長崎県五島南西端に，津屋崎は福岡市近郊にある．

種名ないしは所属の判明した種類については別の機会に記載と図示とを行うつもりである．所属不明のものはそれらが判明するまでは記載を行う意志はない．それらの種類については付図を参照されたい（I. C, No. 1; I. D, No. 1; II. B, No. 1 および II. B, No. 2 を除く）．

検索に用いた諸形質については既に報告した（水戸，1960）．なお，孵化仔魚の体の各部の区分は神谷（1916）と同じく，吻端から耳嚢直後までを頭部，耳嚢直後から肛門までを腹部それ以後を尾部とした．

はじめに本研究に当り終始御指導下さつた内田恵太郎前教授に深謝の意を表する．

浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

群 の 検 索

a¹ 卵はゼラチン質の嚢または帯中に産み出されるか，互に粘着し，塊状になつて浮漂する……凝集浮性卵.

a² 卵は個々に分離して産み出される……分離浮性卵.

凝 集 浮 性 卵

a¹ 卵はゼラチン質の卵帯中に産み出される.

b¹ 卵帯は長大．幅約 30 cm，長さ 500 cm 以上．卵径 1.3～1.8 mm，油球は 1 個，径 0.3 mm 前後（2～8 月，我国各地）……アンコウ科（Lophiidae）の 1 種，No. 1（孵化仔魚の筋肉節数 31～32 のものはキアンコウ *Lophius litulon*（Jordan）と思われる.）.

b² 卵帯は短小，幅 6～10 cm，長さ 38～76 cm．卵帯表面には微小な亀甲模様がある．卵は不正円形，径 0.53～0.79 mm，油球はない.

c¹ 卵内発生中に黒色素胞が現われない（7～9 月，門司）……ハナオコゼ *Pterophryne histrio*（Linné）.

c² 卵内発生中に黒色素胞が現われる（8 月，富岡）……イザリウオ属の 1 種 *Antennarius* sp.

a² 卵は中空の卵嚢中に産み出される.

d¹ 卵嚢は基部で合一した対をなす．1 個の嚢の大きさは 10×20 cm（推定）．卵径 0.81～0.83 mm，油球は 1 個，径 0.16～0.17 mm．卵は孵化以前に卵嚢から分離する（8～9 月，富岡，玉之浦）……ミノカサゴ *Pterois lunulata* Temminck et Schlegel〔オニカサゴ類 *Scorpaenopsis* も同じような卵嚢を産むが，卵の性質は不明（内田，1924）〕.

d² 卵嚢は対をなさない.

e¹ 卵嚢は幅 4 cm，長さ 5～8 cm（Ehrenbaum, 1905 他），卵径 0.72×0.93 mm，油球は 1 個，径 0.13 mm（神谷，1916）．孵化仔魚の油球は卵黄前方．体の前方からほぼ⅓の所の背面に 1 個の肉瘤を生ずる（9～10 月，館山）……カクレウオ科（Carapidae）の 1 種，No. 1.

e² 楕円形の卵嚢は長径 5 cm，短径 2.3 cm．卵は球形，径約 0.7 mm，油球はない．孵化後 50 時間まで色素胞が現われない．筋肉節数は約 30（5 月，三崎）……フサカサゴ科（Scorpaenidae）の 1 種，No. 1.

e³ 卵嚢は大小不同の円または楕円形．卵嚢中の卵数は 2～7 個．卵径 1.03～1.10×0.80～0.92 mm，油球は 1 個，径 0.19～0.21 mm．孵化仔魚の油球は卵黄前端，体表には顆粒が多い．節肉節数は 50～51（7～8 月，館山；8～10 月，土々呂）……イタチウオ科の 1 種（イタチウオ *Brotula multibarbata* Temminck et Schlegel ?）.

a³ 卵は粘質物に包まれず，互に粘着し塊状をなす．卵塊の大きさは不明.

f¹ 卵径 1.20～1.31 mm，油球は 1 個，径 0.29 mm．卵黄は亀裂する（7 月，玉之浦）（Pl. 2, figs. 1～3）……凝・No. 1.

f² 卵径 0.73～0.75 mm，油球はない．卵黄は亀裂しない（5～6 月，土々呂）……凝・No. 2（アンコウ目（Lophiida）の 1 種，No. 2）.

キチジ *Sebastolobus macrochir*（Günther）もゼラチン質に包まれた凝集浮性卵を産むが，卵塊の形状は不明，卵径 1.1～1.5 mm，油球は 1 個，径 0.20～0.22 mm（4～5 月，恵山，襟裳海域）.

分 離 浮 性 卵

群 の 検 索

a¹ 油球は 1 個（稀に 2～5 個に分離）……I.

a² 油球はない……II.

a³ 油球は多数（稀に発生中に合一）……III.

I

a¹ 卵膜に特殊な構造がある……I. A.

a² 卵膜に特殊な構造はない.

b¹ 卵膜腔は狭い.
c¹ 卵黄に亀裂がある……I. B.
c² 卵黄に亀裂はない……I. C.
b² 卵膜腔は広い……I. D.

II

a¹ 卵膜に特殊な構造がある……II. A.
a² 卵膜に特殊な構造はない.
b¹ 卵膜腔は狭い.
c¹ 卵黄に亀裂がある……II. B.
c² 卵黄に亀裂はない……II. C.
b² 卵膜腔は広い……II. D.

III

a¹ 卵膜に特殊な構造がある……III. A.
a² 卵膜に特殊な構造はない.
b¹ 卵膜腔は狭い.
c¹ 卵黄に亀裂がある……III. B.
c² 卵黄に亀裂はない……III. C.
b² 卵膜腔は広い……III. D.

I.A

油球は1個，卵膜に特殊な構造がある.
a¹ 卵の表面に金平糖状の卵被がある．卵黄に亀裂がある(日本海では周年；冬から初夏，館山；1月，土々呂)…… キユウリエソ ***Maurolicus japonicus*** Ishikawa.
a² 卵の表面に卵被はない.
b¹ 卵膜に亀甲状の模様がある．卵径 1.16～1.24 mm，油球は発生初期には2～3個に分離していることが多い．合一した場合の径は 0.16～0.17 mm．亀甲模様の径 0.016～0.024 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 37～38 (11～1月，富岡，土々呂)…… カレイ目 (Pleuronectida) の1種，No. 1.
b² 卵膜の一端に疣状の突起がある．孵化仔魚の油球は卵黄後方，膜鰭に黒または黒および黄色素胞がある．筋肉節数は 35～38.
c¹ 卵径 1.32～1.40 mm，油球径 0.15 mm．突起の径 0.22 mm，高さ 0.28 mm (6月，土々呂)…… ヒラメ型 No. 8.
c² 卵径 0.97～1.08 mm，油球径 0.16～0.17 mm．突起の径 0.12～0.14 mm，高さ 0.16～0.19 mm.
d¹ 孵化直後の仔魚の卵黄前方に大きな空所がある．油球上には黒色素胞があるが，卵黄，膜鰭および体の背面には黒色素胞はない (10月，富岡)…… ヒラメ型 No. 9.
d² 孵化直後の仔魚の卵黄前方に大きな空所はない．油球上に黒色素胞はなく，卵黄，膜鰭および体の背面には黒色素胞がある (6月，土々呂)…… ヒラメ型 No. 10.
b³ 卵膜の全表面に二枚羽根状の突起がある．卵径 1.12～1.35 mm．油球は発生初期には2～10個に分れている.
e¹ 突起の長さ 0.04～0.06 mm，数は半球面上に 200～250 本．孵化仔魚の筋肉節数は 54～57 (6～12月，九州近海)…… ハダカイワシ目 (Myctophida) の1種，No. 2.
e² 突起の長さ 0.11～0.15 mm，数は半球面上に 85～90 本．孵化仔魚の筋肉節数は 64 (5月，玉之浦)…… ハダカイワシ目 (Myctophida) の1種，No. 1.

I.B

油球は1個，卵膜に特殊な構造はない．卵膜腔は狭く，卵黄に亀裂がある.
a¹ 孵化直後の仔魚の油球は卵黄の前端にあり，一部は頭部より前方に突出するか，または卵黄の前下方に位置する…… 第1群.
a² 孵化直後の仔魚の油球は卵黄の後端または後方下面にある…… 第2群.

第 1 群

a¹ 元来は卵同志が粘着する凝集浮性卵．したがつて卵殻の一部は扁平．卵径 1.20～1.31 mm，油球は橙色，径 0.29 mm．卵黄の亀裂は全面におよばない（7月，玉之浦）(Pl. 2, figs. 1～3)……凝・No. 1.

a² 分離浮性卵，卵は真球形で扁平な部分はない．

b¹ 孵化直後の仔魚の肛門は，少くとも，3筋肉節以上卵黄から離れている．

c¹ 卵径 1.19～1.27 mm，油球径 0.30～0.33 mm．孵化仔魚の膜鰭縁辺には多数の黄色素胞がある．筋肉節数は 26（4～6月，九州西方)……ブリ ***Seriola quinqueradiata*** Temminck et Schlegel.

c² 卵径 0.61～0.96 mm，油球径 0.16～0.27 mm.

d¹ 孵化するまで卵黄および油球上に黄色素胞が現われない．孵化直後の仔魚の尾部中央部には1個の大きな黄色素叢がある．黒色素胞は油球上および体の背面だけに分布する．卵径 0.96 mm，油球径 0.26～0.27 mm．筋肉節数は 28～30（10月，富岡，土々呂）(Pl. 2, figs. 4～6）…… I. B, No. 1.

d² 孵化するまでに油球上または油球および卵黄上に黄色素胞が現われる．

e¹ 孵化直後の仔魚の卵黄上の色素胞（黄または黄および黒）は油球周辺のみならず卵黄の他の部分にも分布する．

f¹ 卵径 0.69～0.82 mm，油球径 0.18～0.21 mm．孵化直後の仔魚の黄色素胞は頭部，腹部前方，腹部中央および尾部前方に塊状の分布をする．孵化後時間の経過と共に黄色素胞が体表から膜鰭内に広がるが，縁辺に独立して現われることはない．筋肉節数は 27（6～7月，北九州）…… アカカマス ***Sphyraena pinguis*** Günther.

f² 卵径 0.79 mm，油球径 0.18 mm．孵化後間もない仔魚の黄色素胞は頭部から尾端まで分布するが，顕著な斑紋を形成しない．筋肉節数は 28（8月，土々呂）(Pl. 2, figs. 7, 8)…… アカカマス類似卵.

f³ 卵径 0.81～0.93 mm，油球径 0.19～0.24 mm．孵化直後の仔魚の黄色素胞は少なく，眼の前後，耳嚢後方，直腸部およびその少し後方背面に点状をなして分布する．卵黄上の黒および黄色素胞は後縁のみに分布する．孵化後時間の経過と共に黄色素胞が発達し，背腹両膜鰭縁辺に叢状をなして出現する（九州近海では周年，3～5月が盛期)…… マアジ ***Trachurus japonicus*** (Temminck et Schlegel).

e² 孵化直後の仔魚の卵黄上に色素胞がないか，あつても油球周辺に限られる．

g¹ 卵径 0.86～0.95 mm，油球径 0.16～0.23 mm．孵化後間もない仔魚の黒および黄色素胞は体側に一様に分布する．筋肉節数は 26～27．孵化直後から1月後までの仔魚の背膜鰭中央には3～6個の黒色素胞がある（4～7月，九州近海)…… イシダイ ***Oplegnathus fasciatus*** (Temminck et Schlegel).

g² 孵化後間もない仔魚の黒色素胞は，多くの場合，体の背腹面に分れて分布し，黄色素胞は油球上またはその周辺の卵黄上，眼の前後，耳嚢後方（種類によつては欠く），腹部後方腹面，直腸部または尾部前方の背腹面等に塊状の分布をする．

h¹ 卵内発生中に卵黄後方に黒色素胞が現われる．油球上の黒色素胞は，孵化直後では，後半球面上に限られる．

i¹ 卵径 0.91 mm，油球径 0.23 mm．孵化直後の仔魚は耳嚢後方の黄色素胞を欠く．孵化後時間の経過と共に膜鰭縁辺に黄色素叢が現われる（9月，館山)…… 単脂，第23号，***Caranx*** sp.（神谷，1916).

i² 卵径 0.84 mm，油球径 0.21 mm．孵化後時間を経ても膜鰭に黄色素叢が現われない（4～7月，館山)……単脂，第17号（マアジ類似卵)，(神谷，1916).

h² 卵内発生中に油球周辺部に黒色素胞が現われる．油球上の黒色素胞は，孵化直後では，前半球面上に限られる．卵径 0.82～0.89 mm，油球径 0.21 mm.

j¹ 産卵期は夏（7月，土々呂）(Pl. 3, figs. 1, 2)…… I. B, No. 2.

j² 産卵期は冬（2月，土々呂）(Pl. 3, figs. 3～6)…… I. B, No. 3.

h³ 卵内発生中に卵黄上に黒色素胞は現われない．油球上の黒色素胞は，孵化直後には，後半球面上に限られる．

k¹ 卵径 0.83～0.89 mm，油球径 0.21～0.23 mm．孵化後間もない仔魚の背膜鰭には3個の黒色素胞がある．筋肉節数は 26（6月，土々呂）(Pl. 2, fig. 9)……イシガキダイ ***Oplegnathus punctatus*** (Temminck et Schlegel) ?

k² 孵化後間もない仔魚の背膜鰭に黒色素胞がなく，時間の経過と共に黄色素叢が縁辺に現われる．

l¹ 卵径 0.81～0.88 mm，油球径 0.19 mm（8月，館山）……単脂，第51号，*Caranx* sp.（神谷，1916）．

l² 卵径 0.68～0.75 mm，油球径 0.17 mm（7～8月，館山）……単脂，第45号．*Caranx* sp.（神谷，1916）．

b² 孵化直後の仔魚の肛門は卵黄後端に密接して開く．筋肉節数は 24～29．

m¹ 孵化直後の仔魚の卵黄は頭部より前方に突出し，その前端に油球がある．卵黄を吸収し尽すまで黄色素胞は現われない．

n¹ 卵径 0.64～0.78 mm，油球径 0.15～0.17 mm．孵化直後の仔魚の卵黄後端に黒色素胞はない（9～11月，富岡）……ヒメジ科（Mullidae）の1種，No. 1（神谷，1916 の単脂第 53 号，ヒメジ？）．

n² 卵径 0.77～0.86 mm，油球径 0.16～0.20 mm．孵化直後の仔魚の卵黄後端に黒色素胞がある．（5～12月，土々呂）……ヒメジ科の1種，No. 2，ヒメジ *Upeneus bensasi*（Temminck et Schlegel）？

m² 孵化直後の仔魚の卵黄は頭部から前方へ突出しない．

o¹ 卵内発生中に黄色素胞は現われないが，孵化後時間の経過と共に現われる場合がある．卵径 0.71 mm，油球径 0.19～0.21 mm．卵黄の亀裂は全面にはおよばない．

p¹ 孵化直後の仔魚の油球上の黒色素胞は後半球面上に限られ，筋肉節数は 9＋20＝29（8乃至9月，富岡）（Pl. 3, figs. 7, 8）……I. B, No. 4.

p² 孵化直後の仔魚の油球上の黒色素胞は全面に散在し，筋肉節数は 7＋18＝25（7月，富岡）（Pl. 3, figs. 9～11）……I. B, No. 5.

o² 卵内発生中に黒および黄色素胞が現われる．卵径 0 60～0.64 mm，油球径 0.17～0.20 mm．孵化直後の仔魚の油球後半球面上には黒および黄色素胞が分布する．筋肉節数は 24～27（7乃至8月，土々呂）…… ダイミョウサギ *Gerres japonicus* Bleeker.

第 2 群

a¹ 卵径 1.10～1.62 mm，油球径 0.21～0.35 mm．

b¹ 卵内発生中に黄色素胞が現われる．卵径 1.31～1.62 mm，油球径 0.29～0.34 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 32～34（5～8月，九州近海）…… シイラ *Coryphaena hippurus* Linné.

b² 卵内発生中黄色素胞は現われない．油球は黄色を呈する場合がある．

c¹ 卵径 1.36 mm，油球径 0.35 mm．卵内発生中に卵黄上に黒色素胞は現われない．孵化仔魚の筋肉節数は 28（12月，土々呂）（Pl. 4, figs. 4～6）…… I. B, No. 6.

c² 卵径 1.10～1.33 mm，油球径 0.21～0.23 mm．卵内発生中に油球上に黒色素胞が現われる．孵化直後の仔魚の尾部前方の背腹両膜鰭上に黒色素帯がある．

d¹ 孵化直後の仔魚には腹鰭がある．筋肉節数は 30（7月，土々呂）（Pl. 4, figs. 1～3）…… I. B, No. 7.

d² 孵化直後の仔魚の腹鰭は不明（ない？）（9～11月，館山）…… タカベ *Labracoglossa argentiventris* Peters.

a² 卵径 0.61～1.02 mm，油球径 0.12～0.29 mm．

e¹ 卵径 0.61～0.71 mm，油球径 0.12～0.15 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 34～40．

f¹ 卵黄の亀裂は油球より小さい．孵化直後の仔魚の尾部前方と中央部の腹面には1個ずつの塊状黄色素胞があるが，他の部分に色素胞はない．筋肉節数は 36（6月，土々呂）（Pl. 4, figs. 7, 8）…… I. B, No. 8.

f² 卵黄の亀裂は油球よりはるかに大きい．孵化直後の仔魚の体側および油球上には黒および黄色素胞がある．油球はまれに卵黄の中央下面に位置することがある．

g¹ 孵化仔魚の筋肉節数は 35～37（5～10月，北九州）…… シロギス *Sillago japonica* Temminck et Schlegel.

g² 孵化仔魚の筋肉節数は 39～40（10月，土々呂）…… ヤギス *Sillago parvisquamis* Gill.

e² 卵径 0.68～1.02 mm，油球径 0.18～0.29 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 25～29．

h¹ 孵化直後の仔魚の膜鰭に顕著な色素叢がある．

i¹ 卵径 0.98～1.02 mm，油球径 0.28～0.29 mm．孵化直後の仔魚の膜鰭の色素叢は黒，体の背腹面から鰭内へ広がる（6～7月，土々呂）(Pl. 5, figs. 1～6) …… I. B, No. 9.

i² 卵径 0.82～0.92 mm，油球径 0.19～0.25 mm．孵化直後の仔魚の膜鰭の色素叢は黄（まれに黒が混在），縁辺に存在する（6～7月，北九州）……イサキ *Parapristipoma trilineatum* (Thunberg).

h² 孵化直後の仔魚の膜鰭に色素胞はない．卵黄吸収後に鰭内に黄色素胞が現われる種類がある．

j¹ 卵内発生中に油球上に黄色素胞が現われない．

k¹ 卵径 0.82～0.88 mm，油球径 0.15～0.20 mm．孵化直後の仔魚には黄色素胞は現われていない（7～9月，山口県角島）……キンチャクダイ *Chaetodontoplus septentrionalis* (Temminck et Schlegel).

k² 卵径 0.68 mm，油球径 0.18 mm．孵化直後の仔魚の体側には多数の黄色素胞がある（9月，土々呂）(Pl. 5, figs. 7, 8)…… I. B, No. 10.

j² 卵内発生中に油球上に黄色素胞が現われる．

l¹ 孵化後間もない仔魚の尾部の黄色素は中央部に塊状のものが1個あるだけである．

m¹ 卵径 0.64～0.72 mm，油球径 0.16～0.20 mm（7, 8月，富岡；8月，土々呂）(Pl. 4, figs. 9, 10)…… I. B, No. 11.

m² 卵径 0.95 mm，油球径 0.26 mm（10月，土々呂）(Pl. 6, figs. 1, 2) …… I. B, No. 12.

l² 孵化後間もない仔魚の尾部には全面に黄色素胞が散在する．卵黄吸収後に膜鰭に黄色素叢が現われる（10月，富岡）(Pl. 6, figs. 3～8)…… I. B, No. 13.

I.C

油球は1個，卵膜に特殊な構造はない．卵膜腔は狭い．卵黄に亀裂はない．

a¹ 孵化直後の仔魚の油球は卵黄の前端，前下方または更に前方に突出して存在し，中央より後方に存在することはない…… 第1群.

a² 孵化直後の仔魚の油球は卵黄の後端または後方下面にあり，ごくまれに中央附近の下面にある…… 第2群.

第 1 群

a¹ 卵は紡錘形．長径 1.3～1.6 mm，短径 0.6 mm，油球径 0.15～0.17 mm．孵化直後の仔魚の油球は卵黄前端から突出する．筋肉節数は 26～27（4～10月，九州近海）…… I. C, No. 1.

a² 卵は真球形若しくは軽い不正円形．

b¹ 卵はやや不正円形．長径 1.03～1.07 mm，短径 0.88～0.92 mm，油球径 0.20～0.21 mm．卵内発生の後期から胚体および卵黄上に顕著な顆粒が現われる．孵化仔魚の筋肉節数は 50～51．元来は凝集浮性卵（8～10月，土々呂；7～8月，館山）…… イタチウオ科の1種（イタチウオ *Brotula multibarbata* Temminck et Schlegel ?).

b² 卵は真球形，卵内発生中に黒及び黄色素胞が現われる．

c¹ 卵径 0.97～1.45 mm，油球径 0.22～0.38 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 36～40.

d¹ 卵径 1.22～1.45 mm，油球径 0.34～0.38 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 19＋18＝37（11～3月，九州近海）…… スズキ *Lateolabrax japonicus* (Cuvier).

d² 卵径 1.02～1.12 mm，油球径 0.25～0.27 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 16～17＋20＝36～37（10～12月，富岡，土々呂）…… タカノハダイ属の1種 *Goniistius* sp.（第1，2型）.

d³ 卵径 0.97 mm，油球径 0.22 mm．孵化仔魚の体表および卵黄上に顆粒が発達する．肛門は卵黄直後に位置する．筋肉節数は約 40（7月，館山）…… 単脂第105号，ソウダガツオ？（神谷，1922）.

c² 卵径 0.73～1.10 mm，油球径 0.16～0.19 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 25～30.

e¹ 卵径 1.00～1.10 mm，油球径 0.19 mm．孵化直後の仔魚の体側には黒および黄色素胞が散在し，別に眼の前後，耳殻後方および尾部中間に塊状黄色素胞がある．油球の位置は卵黄の中央よりやや前下方，その上には黄色素胞だけが分布している（10月，能登）…… ヘダイ *Rhabdosargus sarba* (Forskål)（神谷，1925）.

e² 卵径 0.91 mm，油球径 0.17 mm．孵化直後の仔魚の黄色素胞は体の背面に連続して分布し，黒色素胞は体側に散在する．油球上にも黒色素胞がある．筋肉節数は 30（6月，土々呂）(Pl. 7, figs. 3, 4) …… I. C, No. 2.

e³ 卵径 0.78～0.83 mm，油球径 0.16～0.19 mm．孵化直後の仔魚の黒色素胞は体の背面に，塊状黄色素胞は眼と耳嚢後方，直腸部および尾部中央に分布する．筋肉節数は 25～26（6～8月，玉之浦）…… イトフエフキ *Lethrinus nematacanthus* Bleeker.

e⁴ 卵径 0.75 mm，油球径 0.16 mm．孵化直後の仔魚の背腹両面には黒および黄色素胞が断続して分布し，油球周辺の卵黄上にも数個の黒色素胞がある．筋肉節数は 27（8月，土々呂）(Pl. 7, figs. 5, 6) …… I. C, No. 3.

e⁵ 卵径 0.73 mm，油球径 0.18 mm．孵化直後の仔魚の黒および黄色素胞は少なく，眼の後方にある黒色素胞を除いては，腹部後方以後にのみ分布する．体表および膜鰭上に顆粒が多数認められる（8月，土々呂）(Pl. 7, figs. 1, 2) ……I. C, No. 4.

b³ 卵は真球形．卵内発生中および孵化仔魚に黄色素胞は現われない．孵化直後の仔魚の油球は，多くの場合，頭部より前方に突出する．孵化直後の仔魚の卵黄上に黒色素胞はない．

f¹ 卵径 1.00 mm，油球径 0.19～0.20 mm．卵内発生中に油球上に黒色素胞が現われる．孵化直後の仔魚の体側全面に黒色素胞が分布する．筋肉節数は 14＋18＝32（4～6月，土々呂）(Pl. 7, figs. 7, 8) …… I. C, No. 5（ベラ類類似卵）.

f² 卵径 0.45～1.10 mm，油球径 0.11～0.23 mm．孵化直後の仔魚の体側の黒色素胞は背面だけに分布するか，またはなく，まれに直腸部直上か尾部腹面に 1～2 個存在する．孵化後時間の経過に伴い，黒色素胞の位置が著るしく変る．多くの場合，孵化後 1 日位から膜鰭縁辺に針状構造物が出現する．筋肉節数は 27 前後 …… ベラ類.

ベ ラ 類

a¹ 卵内発生中に黒色素胞は現われない．

b¹ 卵径 0.81～0.89 mm，油球径 0.14～0.17 mm．孵化直後の仔魚の肛門までの筋肉節数は 15．膜鰭縁辺に出現する針状構造物は粗く，長い（12～3月，土々呂）……ベラ類 No. 1.

b² 卵径 0.90～1.10 mm，油球径 0.19～0.23 mm．孵化直後の仔魚の肛門までの筋肉節数は 12 または 13．孵化後 2 日（口が開く直前）の仔魚の卵黄上に黒色素胞が現われる．

c¹ 孵化後 2.5 日経つても膜鰭に針状構造物が現われない（6～10月，富岡）…… ベラ類 No. 2.

c² 孵化後 2 日の仔魚の膜鰭縁辺には短かい針状構造物が密に出現する（9～10月，土々呂）……ベラ類 No. 3.

a² 卵内発生中に黒色素胞が現われる．

d¹ 卵内発生中に油球上には黒色素胞は現われない．

e¹ 卵径 0.63 mm，油球径 0.13 mm．孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は背中線を挟む 1 列（8月，玉之浦）…… ベラ類 No. 4.

e² 卵径 0.72～0.82 mm，油球径 0.15～0.17 mm．孵化直後の仔魚の背面の黒色素胞は背中線を挟む 2 列またはそれ以上（9～12月，北九州）……ササノハベラ *Pseudolabrus japonicus* (Houttuyn)（キュウセン *Halichoeres poecilopterus* (Temminck et Schlegel) との区別点は現在までのところ判然としない．キュウセンは館山では 6～11 月に産卵（神谷，1925)).

d² 卵内発生中に油球上にも黒色素胞が現われる．

f¹ 孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は背中線を挟んで 1 列．

g¹ 卵径 0.76～0.82 mm，油球径 0.13～0.15 mm．孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は 6～10 個．直腸部に 1 黒点がある（4月，女島；5～11 月，館山）…… ベラ類 No. 6（神谷，1925 のベラ類第一種）.

g² 卵径 0.63 mm，油球径 0.14 mm．孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は 15 個（肛門を境にして 8＋7）（9月，富岡）…… ベラ類 No. 5.

g³ 卵径 0.57～0.66 mm 油球径 0.11～0.12 mm．孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は 11 個（肛門を境にして 7＋4），色素胞の一部は膜鰭内へ広がる（6～9月，館山）……ブダイ *Leptoscarus japonicus* (Cuvier et Valenciennes).

g⁴ 卵径 0.56～0.65 mm，油球径 0.11～0.13 mm．孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は 8 個（肛門を境にして 6＋2）（8～9月，玉之浦，土々呂；6～9月，館山）……カミナリベラ *Stethojulis kalosoma* (Bleeker)（神谷，1925 のベラ類第三種）.

g5 卵径 0.52～0.60 mm，油球径 0.11～0.13 mm．孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は 10～11個（肛門を境にして7～8＋3）（8～9月，土々呂）…… …… ベラ類 No. 7.

g6 卵径 0.55～0.58 mm，油球径 0.12～0.14 mm．孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は9個（肛門を境にして7＋2）．孵化後卵黄をほとんど吸収し尽しても膜鰭縁辺に針状構造物が現われない（7月，土々呂）…… ベラ類 No. 8.

g7 卵径 0.45～0.50 mm，油球径 0.07 mm．孵化直後の仔魚の体の背面の黒色の素胞は7個（8月，小湊）…… ニシキベラ ***Thalassoma cupido*** (Temminck et Schlegel).

g8 卵径 0.63～0.66 mm，油球径 0.15 mm．孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は小さく，前方のものは2～3個がやや接近して存在する．数は10個（肛門を境にして8＋2）（5月，土々呂）……ベラ類 No. 9.

g9 卵径 0.53～0.57 mm，油球径 0.11～0.12 mm．孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は大小不同，不定の間隔に約11個所に分布する．尾部腹面に1黒色素胞がある（盛夏～初秋，館山）…… 神谷，1925 のベラ類第二種.

f2 孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は背中線を挟む2列，またはそれ以上.

h1 卵径 0.67～0.69 mm，油球径 0.13 mm．孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は片側に 35～40個，耳嚢附近にも数個存在する（8月，富岡，下関；6～9月，館山）……オハグロベラ ***Duymaeria flagellifera*** (Cuvier et Valenciennes)（神谷，1925 のベラ類第四種）.

h2 孵化直後の仔魚の背面の黒色素胞は片側に30以下，多くは 20～25 個.

i1 卵径 0.86 mm，油球径 0.16 mm．孵化直後の仔魚の肛門は卵黄後縁に接し，肛門までの筋肉節数は 10．油球上の黒色素胞は，孵化直後では後方に大型のものが1個（10月，富岡）…… ……ベラ類 No. 10.

i2 卵径 0.62～0.70 mm，油球径 0.11～0.16 mm．孵化直後の仔魚の肛門は卵黄後縁から離れ，肛門までの筋肉節数は 11 または 12.

j1 孵化直後の仔魚の油球上の黒色素胞は後半球面上に散在.

k1 孵化後卵黄を吸収し尽すまでに背膜鰭中央のやや後に1個の黒色素胞が現われる（6乃至8月，富岡）…… ホンベラ ***Halichoeres tenuispinnis*** (Günther).

k2 孵化後膜鰭内に現われる黒色素胞は3個で，背膜鰭の中央と体の後方から¼の辺の背腹両膜鰭内に1個ずつ（5月，玉之浦）…… ベラ類 No. 11.

j2 孵化直後の仔魚の油球上の黒色素胞は前半球面上に散在.

l1 孵化後間もない仔魚の体の背面の黒色素胞は眼の直後上からはじまる．直腸部に1個と尾部腹面に4個の黒色素胞がある（6月，土々呂）…… ベラ類 No. 12.

l2 孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は眼と耳嚢の中間からはじまる（7月，土々呂）……ベラ類 No. 13.

l3 孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は眼の前方からはじまる（8月，土々呂）…… ……ベラ類 No. 14.

第 2 群

a1 孵化直後の仔魚の鰓蓋後隅部には長い一本の付属突起物がある．発生初期には油球が2～3個に分れている場合が多い．卵内発生中に黄色素胞は現われない．卵径 1.05～1.17 mm，合一した場合の油球径 0.19～0.21 mm.

b1 孵化直後の仔魚の腹膜鰭上には2個の黒色素胞がある．筋肉節数は 31～33（10～12月，富岡；1～2月，土々呂）（Pl. 8, figs. 1～7）……I. C, No, 6.

b2 孵化直後の仔魚の腹膜鰭には黒色素胞はない．筋肉節数は 28（12月，土々呂）（Pl. 8, figs. 8, 9）……I. C, No. 7.

a2 孵化直後の仔魚の鰓蓋には付属物はない.

（この範囲に含まれる種類は非常に多い．したがつて，一括して検索を示すのは繁雑である．ここでは多少まとまつているものは，便宜的に型で示し，各型についての検索は別に示した.）

c1 孵化直後の仔魚の膜鰭には叢状の黒，黄または両方の色素胞がある.

d1 孵化仔魚の筋肉節数は 100 以上．卵径 1.65～180 mm，油球径 0.40～0.42 mm（8～10月，九州近海）…… タチウオ ***Trichiurus lepturus*** Linné.

d2 孵化仔魚の筋肉節数は 50 以下.

e¹　孵化仔魚の胸鰭は時間の経過に伴つて著しく大きくなり，その上に黄，黒または両方の色素胞が現われる．

f¹　卵径 1.64 mm，油球径 0.32 mm．孵化直後の仔魚の膜鰭の色素胞は黄色素胞だけ，体側には黒色素胞が少なく，尾部には前方腹面に 1 個しかない．孵化直後の仔魚の胸鰭には既に黄色素胞が現われている．筋肉節数は 26（6 月，土々呂）(Pl. 9, figs. 3, 4) ……I. C, No. 9.

f²　卵径 1.05～1.30 mm，油球径 0.21～0.30 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 29～35…ホウボウ型．

f³　卵径 0.82～1.28mm，油球径 0.17～0.25mm．孵化仔魚の筋肉節数は 26～29…フサカサゴ型．

e²　孵化仔魚の卵黄吸収に伴う胸鰭の発達は普通，その上に色素胞は現われない．

g¹　卵径 1.24～1.30 mm，油球径 0.24～0.28 mm．孵化仔魚の体側には黒色素胞が多い．

h¹　孵化仔魚の膜鰭の色素胞は黄色素胞のみ．卵黄を吸収し尽す頃に腹鰭が現われる．筋肉節数は 25～27（6～7 月，富岡，土々呂）(Pl. 9, figs. 5～9)……アゴアマダイ上科 (Trachinicae) の 1 種，No. 2.

h²　孵化仔魚の膜鰭には黒および黄色素胞がある．筋肉節数は 29（7 月，土々呂）(Pl. 10, figs. 1～3) ……I. C, No. 10.

g²　卵径 0.77～0.96 mm，油球径 0.12～0.22 mm．

i¹　卵径 0.87～0.96 mm，油球径 0.19～0.22 mm（まれに 1.10～1.21 mm，0.23～0.27 mm）．孵化仔魚の膜鰭の色素胞は黄色素胞のみ．筋肉節数は 29～30（4～7 月，九州近海)……コチ *Platycephalus indicus* (Linné)．

i²　卵径 0.77～0.96 mm，油球径 0.12～0.18 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 36～39……ヒラメ型 (1)．

i³　卵径 0.77～0.80 mm，油球径 0.18 mm．孵化直後の仔魚の膜鰭の色素胞は黄および黒色素胞で，体の前方背面に接して分布する．筋肉節数は 32（8 月，富岡）(Pl. 12, figs. 1 to 3)……I. C, No. 15.

c²　孵化直後の仔魚の膜鰭には色素胞はない（卵黄吸収に伴い現われる種類がある）．

j¹　卵内発生中に色素胞は現われない．

k¹　卵径 0.96～1.09 mm，油球径 0.20～0.25 mm．孵化後時間の経過に伴い，卵黄上と体の腹面に黒色素胞が現われる．筋肉節数は 25～27.

l¹　卵黄をほぼ吸収し尽した仔魚の腹部後方の体の背面に黒色素胞がある（11～6 月，九州近海)……メジナ *Girella punctata* Gray.

l²　卵黄をほぼ吸収し尽した仔魚の腹部後方の体の背面に黒色素胞がない（5 月，女島)……メジナ属の 1 種 *Girella* sp.

k²　卵径 0.79～0.83 mm，油球径 0.16～0.17 mm．元来は卵嚢に包まれた凝集浮性卵．孵化後時間の経過に伴い胸鰭は著しく大きくなり，その縁辺に黒色素胞が現われる．筋肉節数は 26～27（8 月，富岡，玉之浦)……ミノカサゴ *Pterois lunulata* Temminck et Schlegel.

k³　卵径 0.58～0.59 mm，油球径 0.11～0.13 mm．孵化後時間の経過に伴い橙黄色の塊状色素胞が現われ，膜鰭縁辺に針状構造物を生ずる．筋肉節数は 34～36（8 月，富岡）(Pl. 11, figs. 1～3)……I. C, No. 11.

j²　卵内発生中に色素胞が現われる．

m¹　卵径 1.10～2.00 mm，油球は大きく，径 0.31～0.59 mm（多くは 0.4 mm 以上）．

n¹　孵化仔魚の筋肉節数は 47 以上．

o¹　卵径 1.60～1.86 mm，油球径 0.42～0.59 mm．孵化仔魚の筋肉節数は約 50（4～6 月，瀬戸内海)……サワラ *Scomberomorus niphonius* (Cuvier et Valenciennes).

o²　卵径 1.12～1.38 mm，油球径 0.31～0.4 mm.……ヨコシマサワラ *Scomberomorus commerson* (Lacépède) (Munro, 1942) およびタイワンサワラ *S. kuhlii* (Cuvier et Valenciennes) (Delsman, 1931).

n²　孵化仔魚の筋肉節数は 27～30.

p¹　孵化直後の仔魚の体の腹面には著しく大きな黒色素叢がある．卵径 1.39 mm，油球径 0.35 mm（8 月，富岡）(Pl. 9, figs. 1, 2)……I. C, No. 8.

p²　孵化直後の仔魚の体の腹面には黒色素叢がなく，尾部の体側（第16～21 筋肉節間）に 1 個または数個の赤褐色または杏色の色素胞がある．卵径 1.10～1.56 mm，油球径 0.40～0.53 mm.

q¹ 卵径 1.10～1.20 mm, 油球径 0.47～0.50 mm. 孵化直後の仔魚の尾部体側の色素胞は赤褐色, 第17～19筋肉節上に数個存在する (5～6月, 南鮮西岸の大河の河口)…… …… カンダリ *Collichthys lucidus* (Richardson).

q² 卵径 1.30～1.56 mm, 油球径 0.40～0.53 mm. 孵化直後の仔魚の尾部の色素胞は1個.

r¹ 孵化直後の仔魚の尾部の色素胞は橙黄色, 第19～21筋肉節上を占める (6～7月, 南鮮西岸) …… メブトカンダリ *Collichthys niveatus* Jordan et Starks.

r² 卵内発生中に油球上に現われる黒色素胞は, はじめ卵黄上に現われ, 後に油球上へ移る. 尾部の色素胞は褐色, 尾端より数えて第11～12筋肉節間を占める (6月, 南鮮西岸) …… フウセイ *Pseudosciaena crocea* (Richardson).

r³ 卵内発生中に油球上に直接黒色素胞が現われる. 尾部の色素胞は杏色, 第16～18筋肉節間を占める (4～6月, 南鮮西岸) …… …… キングチ *Pseudosciaena manchurica* (Jordan et Thompson).

m² 卵径 0.58～1.30 mm, 油球径 0.11～0.30 mm (多くは卵径 1.2 mm 以下).

s¹ 孵化仔魚の肛門は, 卵黄を吸収し尽しても, 膜鰭縁辺には達しない. 卵径 0.63～0.91 mm, 油球径 0.11～0.21 mm. 孵化仔魚の筋肉節数は 34～39 または 44～46 …… タラ型.

s² 孵化仔魚の肛門は, 孵化直後のものでも, 膜鰭縁辺に達する.

t¹ 卵径 0.70～1.30 mm, 油球径 0.14～0.30 mm. 孵化後間もない仔魚には黒色素胞が多く, 黄色素胞は眼の後方, 油球後方および腹部中央の体の背面または腹面にあり, 種類によつては尾部中央と直腸部直上にもある. 孵化仔魚の筋肉節数は 32～34 または 39～43…… …… サバ型.

t² 卵径 0.66～0.95 mm, 油球径 0.12～0.20 mm. 孵化直後の仔魚には黄色素胞が多い. 卵黄吸収に伴い膜鰭に色素胞が現われる種類もある. 孵化仔魚の筋肉節数は 34～40…… …… ヒラメ型 (2).

t³ 卵径 0.66～0.93 mm, 油球径 0.13～0.24 mm. 孵化直後の仔魚には黄色素胞および黒色素胞があるが, 種類により黒を欠く. 黄色素胞は塊状で7～8個あり, 尾部には少なくとも2個以上あつて, 体の背腹面のものが対在する場合が多い. 孵化後時間の経過に伴い膜鰭縁辺に針状構造物が現われ, 膜鰭内に色素胞が広がるものが多い. 孵化仔魚の筋肉節数は 31～34……トラギス型.

t⁴ 卵径 0.63～1.10 mm, 油球径 0.14～0.27 mm. 孵化直後の仔魚の体側には, 黒および黄色素胞が散在している場合でも, 眼の前後, 耳嚢後方, 直腸部上方および尾部中央部に塊状黄色素胞がある (種類によつてはこの配列が多少乱れている). 油球上には卵内発生中に黒および黄色素胞の一方または両方が現われる. 孵化仔魚の筋肉節数は 24～29……タイ型.

t⁵ 上記の何れにも属さないもの …… その他の型.

ホウボウ型

a¹ 孵化後間もない仔魚の膜鰭の色素叢は黄色素胞だけか, 1～3個の黒色素胞が背膜鰭の前方に存在する.

b¹ ほぼ頭長に等しい位に発達した胸鰭上の黒色素胞は基部に少数認められる (9月, 長崎)…… …… トゲカナガシラ *Lepidotrigla japonica* (Bleeker).

b² 発達した胸鰭上には, ほぼ全面に多数の黒色素胞が分布する (10～12月, 富岡) …… ……ホウボウ科 (Triglidae) の1種, No. 1.

a² 孵化後間もない仔魚の膜鰭には黒および黄色素叢がある.

c¹ 卵内発生中に卵黄上に現われる色素胞は少なく, 黄色素胞は油球周辺に限られ, 黒色素胞は数個 (12～2月, 富岡; 5月, 女島.)……ホウボウ科 (Triglidae) の1種, No. 2.

c² 卵内発生中に卵黄の半球面上に, 少なくとも, 20個以上の黒および黄色素胞が現われる.

d¹ 孵化仔魚の膜鰭縁辺の色素叢は尾部の中央部より後方まで連続する (12～4月, 九州近海)… ……ホウボウ *Chelidonichthys kumu* (Lesson et Garnot).

d² 孵化仔魚の膜鰭縁辺の色素叢は2～3個の群に分れている.

e¹ 孵化仔魚の膜鰭縁辺の色素叢は背腹両膜鰭のものが対在し, 尾部後方まで分布する (12～4月, 九州近海) ……イゴダカホデリ *Pachytrigla alata* (Houttuyn).

e² 孵化仔魚の膜鰭縁辺の色素叢は背腹対在せず，背膜鰭内のものは尾部中央より後方には分布しない（12～3月，富岡）……ホウボウ科（Triglidae）の1種，No. 3.

カナガシラ *Lepidotrigla microptera* Günther も上記諸種に良く似ているが，色素胞の状態に不明な点が多いのでここには収めなかつた．

フサカサゴ型

a¹ 卵径 1.28 mm，油球径 0.25 mm．孵化仔魚の膜鰭の色素叢ははじめは黄色素胞だけであるが，後に背膜鰭前部に数個の黒色素胞が現われる．孵化仔魚の筋肉節数は 26～27（5～6月，土々呂）……フサカサゴ型 No. 1.

a² 卵径 0.82～1.05 mm，油球径 01.3～0.19 mm．

b¹ 卵内発生中に黒色素胞が現われない．胚体形成と同時に油球が卵黄後端に固着される．黄色素胞は胚孔閉鎖以前から現われる．卵径 0.82～0.94 mm，油球径 0.13～0.17 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 26～27（5～8月，富岡；8月，三崎）……ハオコゼ *Hypodytes rubripinnis*（Temminck et Schlegel）（神谷，1916 のホウボウ）．

b² 卵内発生中に黒色素胞が現われる．胚体形成と同時に油球が卵黄後端に固着されることはない．

c¹ 卵径 0.82～0.84 mm，油球径 0.18 mm．孵化後間もない仔魚の膜鰭には黄色素胞だけがあり，背膜鰭では体の 1/2 より前方，腹膜鰭では肛門前後のみに分布する．孵化仔魚の筋肉節数は 27～29（6～8月，富岡）……フサカサゴ型 No. 2.

c² 孵化後間もない仔魚の膜鰭には黒色素胞もある．

d¹ 卵径 0.96～1.05 mm，油球径 0.19 mm．孵化後間もない仔魚の鰭膜の黒色胞は 4～5 個，筋肉節数は 27～28（8～10月，富岡）……フサカサゴ型 No. 3.

d² 卵径 0.74 mm，油球径 0.17 mm．孵化後間もない仔魚の膜鰭の黒色素胞は約 20 個，筋肉節数は 27（5月，津屋崎）……フサカサゴ型 No. 4.

ヒラメ型（1）および（2）

この型のある種類はトラギス型に酷似する．

a¹ 孵化直後の仔魚の背腹両膜鰭縁辺には黒および黄色素叢がある．

b¹ 卵径 0.83～0.98 mm，油球径 0.15～0.19 mm．卵内発生中に卵黄および油球上に黒および黄色素胞が現われる．孵化仔魚はホウボウに似るが，筋肉節数は 36～39（1～5月，北九州；2～7月，館山）……ヒラメ *Paralichthys olivaceus*（Temminck et Schlegel）．

b² 卵径 0.77～0.85 mm，油球径 0.12～0.13 mm．卵内発生中に卵黄および油球上には黄色素胞だけが現われる．孵化仔魚の筋肉節数は 37～39（5～7月，富岡；3～6月，館山）……ヒラメ型 No. 1（神谷，1922 のガンゾウビラメ）．

a² 孵化直後の仔魚の膜鰭には色素胞がないか，若し存在する場合には体の背腹面からわずかに鰭内へ広がる．孵化後時間の経過に伴い膜鰭に色素胞が現われる種類がある．

c¹ 卵内発生中に油球上には黒色素胞が現われるが，卵黄上に色素胞は現われない．

d¹ 卵径 0.95 mm，油球径 0.20 mm．孵化直後の仔魚の体の背面からは膜鰭内へ広がる 5 個の黄色素叢があり，最後のものに対在して腹面にも 1 個がある．孵化仔魚の筋肉節数は 37（5月，富岡）……ヒラメ型 No. 2.

d² 卵径 0.64～0.84 mm，油球径 0.15～0.18 mm．孵化直後の仔魚の体の背面から膜鰭内へ広がる黄色素胞はないか，あつても尾部後方に 1～2 個．

e¹ 孵化直後の仔魚の体側の黄色素胞は全面に散在し，黒色素胞は体の背面に密に並ぶ．卵径 0.75～0.83 mm，油球径 0.15～0.17 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 38～40．産卵期は冬（2月，富岡）……ヒラメ型 No. 3.

e² 孵化直後の仔魚の黄色素胞は塊状で，体の背腹面に断続して並ぶ．黒色素胞は体の背面に粗に並ぶ．孵化仔魚の筋肉節数は 34～36．産卵期は夏．

f¹ 卵径 0.81～0.84 mm，油球径 0.15～0.18 mm（6月，土々呂）……ヒラメ型 No. 4.

f² 卵径 0.64 mm，油球径 0.15 mm（8月，土々呂）……ヒラメ型 No. 5.

c² 卵内発生中に油球上には黒色素胞は現われない．

g¹ 卵径 0.68～0.71 mm，油球径 0.12 mm．孵化後間もない仔魚の尾部中央付近には膜鰭内へ広がる黄色素叢がある．卵黄上には油球周辺を除き，黄色素胞はない．孵化仔魚の筋肉節数は 35（12月，土々呂）……ヒラメ型 No. 6.

g² 卵径 0.82 mm, 油球径 0.15 mm. 卵内発生中に黒色素胞は現われない. 孵化後間もない仔魚の卵黄上には黄色素胞が散在しているが, 尾部中央付近には膜鰭内へ広がる黄色素叢はない. 孵化仔魚の筋肉節数は 36 (5月, 富岡)……ヒラメ型 No. 7.

タ ラ 型

a¹ 卵径 0.85～0.91 mm, 油球径 0.20～0.21 mm. 孵化直後の仔魚の油球上には黄色素胞はない. 孵化仔魚の筋肉節数は 44～46 (12月, 土々呂)……タラ目 (Gadida) の1種, No 1.

a² 卵径 0.61～0.77 mm, 油球径 0.11～0.16 mm. 卵内発生中に油球上に黄色素胞が現われる. 孵化仔魚の筋肉節数は 34～39.

b¹ 孵化直後の仔魚の黒および黄色素胞は相伴つて分布し, 尾部体側に 4 個の集りが見られる (12乃至4月, 富岡, 津屋崎)……タラ目 (Gadida) の1種, No. 2.

b² 孵化直後の仔魚の黒色素胞は体側一面に散在し, 黄色素胞は帯状をなし, 体の腹面を縦走する (2～5月, 富岡, 土々呂)……タラ目 (Gadida) の1種, No. 3.

サ バ 型

a¹ 孵化仔魚の筋肉節数は 32～33.

b¹ 卵径 0.70 mm, 油球径 0.14 mm (12月, 津屋崎)……サバ型 No. 1.

b² 卵径 0.93～1.29 mm, 油球径 0.25～0.30 mm.

c¹ 孵化仔魚の尾部中央部に黄色素塊がない (4～7月, 九州; 6～8月, 北海道)……マサバ *Scomber japonicus* Houttuyn.

c² 孵化仔魚の尾部中央部に黄色素塊がある (九州近海ではマサバより早期に産卵)……ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus* Bleeker.

a² 孵化仔魚の筋肉節数は 40～43. 卵径 0.95～1.04 mm, 油球径 0.20～0.26 mm (6～9月, 土々呂)……ソウダガツオ属の1種 *Auxis* sp.

トラギス型

この型に属するものには性質が似ているものが多い. しかも孵化後の色素胞の移動および集散が著しい. したがつて, ここには比較的疑問の少ない種類だけを収めた.

a¹ 卵内発生中に油球上に黒色素胞が現われる.

b¹ 孵化直後の仔魚の体側の黒色素胞は直腸部に1個のみ. 卵径 0.70 mm, 油球径 0.17 mm (7月, 富岡)……トラギス型 No. 1.

b² 孵化直後の仔魚の体の背面または背腹両面に黒色素胞がある.

c¹ 卵径 0.77～0.93 mm, 油球径 0.16～0.24 mm. 孵化直後の仔魚の黒色素胞は頭頂から尾端までの体の背面に連続して分布し, 腹部後方から尾部後方までの体の腹面にも見られる. 孵化後1日の仔魚の背膜鰭縁辺には黒および黄色素叢の1縦帯がある (3～6月, 九州近海)……クラカケギス *Neopercis sexfasciata* (Temminck et Schlegel).

c² 卵径 0.74～0.79 mm, 油球径 0.17～0.21 mm. 孵化直後の仔魚の黒色素胞は, 体の背面のものは断続し, 腹面にはないか, あつても尾部後方に限られる.

d¹ 孵化直後の仔魚の腹部背面の塊状黄色素胞は耳嚢後方の1個だけ, 直腸部に1個の塊状黄色素胞がある. 体の腹面には黒色素胞はない (2月, 富岡)……トラギス型 No. 2.

d² 孵化直後の仔魚の腹部背面には耳嚢後方の1個のほかに1～2個の塊状黄色素胞があり, 直腸部には黄色素胞がない.

e¹ 孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は尾部後方に限られる. 尾部後方の腹面にも少数の黒色素胞がある (7月, 富岡)……トラギス型 No. 3.

e² 孵化直後の仔魚の黒色素胞は腹部背面にも2～6個があり, 体の腹面にはない.

f¹ 孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は耳嚢直上からはじまる. 尾部の塊状黄色素胞は背腹面対在し, 2対ある (5～9月, 富岡, 土々呂)……トラギス型 No. 4.

f² 孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は腹部中央からはじまり, 尾端近くまでに8個. 尾部の黄色素胞は背腹対在せず, 前方背面と中央よりやや後方腹面とに1個ずつある (7～9月, 土々呂)……トラギス型 No. 5.

a^2 卵内発生中に油球上には黒色素胞は現われない．
g^1 卵内発生中に黒色素胞は現われない．卵径 0.72 mm，油球径 0.17 mm（6～9月，富岡）……トラギス型 No. 6.
g^2 卵内発生中に黒色素胞が現われる．卵径 0.66～0.84 mm，油球径 0.14～0.19 mm．
h^1 卵径 0.66～0.68 mm，油球径 0.14～0.16 mm．孵化後間もない仔魚の尾部にある塊状黄色素胞は背腹面のものが対在せず，前方背面と後方腹面とに1個ずつある（6～9月，富岡）……トラギス型 No. 7.
h^2 孵化直後の仔魚の尾部には背腹面対在した黄色素塊が，少なくとも，2対はある．
i^1 卵径 0.71～0.78 mm，油球径 0.15～0.18 mm．孵化直後の仔魚の黄色素塊は既に一部膜鰭内へ広がり，1日後には背膜鰭内に4個，腹膜鰭内に2個の色素叢を形成する（6～8月，富岡；10月，土々呂）……トラギス型 No. 8.
i^2 卵径 0.68～0.84 mm，油球径 0.15～0.19 mm．孵化直後の仔魚の黄色素塊は膜鰭内へ広がつていないし，1日後のものでも膜鰭内に黄色素胞はない（6～9月，富岡；5月，玉之浦）……トラギス型 No. 9.

タ イ 型

a^1 孵化直後の仔魚の体側にある黄色素塊は型的なタイ型分布をする．
b^1 孵化直後の仔魚にある点状黄色素胞は体側全面および油球表面に多数が散在している．卵径 0.74 乃至 0.94 mm，油球径 0.17～0.23 mm．
c^1 孵化直後の仔魚の黒色素胞は体の背面にやや密に並んだ1列と油球表面に多数ある（3～5月，九州近海；4～6月，浜名湖付近）……クロダイ *Mylio macrocephalus* (Basilewsky).
c^2 孵化直後の仔魚の体の背面の黒色素胞は少なく，体側にも少数散在することがある．油球上には黒色素胞はないか，あつても1～2個（5月，玉之浦）……タイ型 No. 1.
b^2 孵化直後の仔魚の黄色素胞は塊状のものが主で，型的なタイ型分布のほかに，直腸部および油球周辺の卵黄上に1～2個存在することがある．卵径 0.76～1.03 mm，油球径 0.18～0.23 mm．
d^1 卵径 0.83～1.03 mm．卵内発生中に油球上には黄色素胞は現われないが，油球周辺の卵黄上には現われる場合がある．
e^1 産卵期は春（3～5月，九州近海）……マダイ *Chrysophrys major* Temminck et Schlegel.
e^2 産卵期は秋（10～12月，北九州；9～11月，館山）……チダイ *Evynnis japonica* Tanaka および キビレ *Mylio latus* (Houttuyn).
（チダイとキビレの卵および孵化仔魚は，現在のところ区別出来ない）．
d^2 卵内発生中に油球上に黄色素胞が現われる．卵径 0.76～0.99 mm．
f^1 孵化後12時間の仔魚の卵黄上に黒色素胞が現われる．卵径 0.84～0.99 mm，油球径 0.21～0.22 mm（4～5月，土々呂）……タイ型 N0. 2.
f^2 孵化後12時間の仔魚の卵黄上に黒色素胞は現われない．卵径 0.76～0.85 mm，油球径 0.21～0.23 mm．
g^1 産卵期は春（4月，土々呂）……タイ型 No. 3.
g^2 産卵期は秋（10月，土々呂）……タイ型 No. 4.
a^2 孵化直後の仔魚の塊状黄色素胞の配列はタイ型に酷似するが，頭部および腹部のものが多少乱れている．卵径 0.59～0.70 mm，油球径 0.14～0.16 mm．
h^1 孵化後間もない仔魚の卵黄上の黄色素胞は油球のごく近くに1～2個しかない．油球は卵黄表面から突出しない（6～8月，富岡）……タイ型 No. 5.
h^2 孵化後間もない仔魚の卵黄上には油球周辺以外にも黄色素胞がある．油球の一部は卵黄表面から突出する．
i^1 孵化後間もない仔魚の卵黄上には黒色素胞がある．体の背腹面の黒色素胞は大きく，頭部に3，腹部に1，尾部に4個がある（5～8月，土々呂）……タイ型 No. 6.
i^2 孵化後間もない仔魚の卵黄上には黒色素胞はない．体の背腹面の黒色素胞は小さく，頭部に3，腹部に5，尾部に13個がある（5～7月，土々呂）……タイ型 No. 7.

キダイ *Taius tumifrons* (Temminck et Schlegel) もタイ型に属することが分つているが，記載が簡単なためここには収めなかつた．

その他の型

a¹ 卵内発生中に黒色素胞のみが現われる．卵径 0.95～1.0 mm，油球径 0.24～0.25 mm.

b¹ 卵内発生の末期から卵黄および胚体上に多数の顆粒が現われる．孵化直後の仔魚の黒色素胞は油球上に2個と尾部腹面に3個．筋肉節数は 38（5～6月，土々呂；8月，館山）(Pl. 10, figs. 4 to 7) …… I. C, No. 12（神谷，1922 の単脂第 86 号，ソウダガツオ？）.

b² 卵内発生中に卵黄および胚体上に顆粒は現われない．孵化直後の仔魚の黒色素胞は油球および卵黄上に 2～3 個と体側および体の腹面に約 40 個がある．筋肉節数は 32（4月，土々呂）(Pl. 11, figs. 4, 5) …… I. C, No. 13.

a² 卵内発生中に黄または橙黄色素胞も現われる．

c¹ 卵内発生中に卵黄上に黄色素胞が現われる．卵径 0.73～0.88 mm，油球径 0.17～0.20 mm.

d¹ 卵径 0.88 mm，油球径 0.20 mm．孵化直後の仔魚の体側，卵黄全表面および油球上に多数の黄色素胞が散在している．孵化仔魚の筋肉節数は 28（6月，富岡）(Pl. 11, figs. 6, 7) … I. C, No. 14.

d² 卵径 0.73～0.78 mm，油球径 0.17～0.18 mm．卵黄上の黄色素胞は油球周辺に限られる．孵化直後の仔魚の色素胞の状態はタイ型に近く，筋肉節数は 27（6～7月，福岡市近郊）…… ……イシモチ（シログチ）*Argyrosomus argentatus* (Houttuyn).

c² 卵内発生中に卵黄上には色素胞は現われない．

e¹ 卵径 0.61 mm，油球径 0.11 mm．卵内発生中に橙黄色素胞だけが現われる．孵化仔魚の筋肉節数は 34（6月，土々呂）(Pl. 12, figs. 4, 5) ……I. C, No. 16.

e² 卵径 0.75 mm，油球径 0.16 mm．卵内発生中に黒および黄色素胞が現われる．孵化仔魚の卵黄および膜鰭には網目状構造が認められる（6月，土々呂）(Pl. 12, figs. 6～8) … I. C, No. 17.

I. D

油球は1個，卵膜に特殊な構造がなく，卵膜腔は広い．

a¹ 卵径 2.5 mm 以上．卵黄は亀裂する．孵化仔魚の筋肉節数は 100 以上.

b¹ 卵径 3.16 mm，卵黄径 1.84 mm，油球径 0.38 mm．孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は 72，推定総筋肉節数は 130前後．体に黒色素胞はない（2月，土々呂）……ウナギ目（Anguillida）の1種，No. 1.

b² 卵径 2.65～2.83 mm，油球径 0.33 mm（発生初期に 2～4 個に分れている場合がある）．孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は 57，推定総筋肉節数は 120前後．体の腹面には 6 個（尾端は背面にも）の大きな黒色素胞がある（10月，富岡）……ウミペビ科（Ophichthidae）の1種，No. 1.

a² 卵径 2.5 mm 以下．卵黄は亀裂する．孵化仔魚の筋肉節数は 80 以下.

c¹ 卵径 2.2～2.5 mm，油球径約 0.4 mm．卵内発生中に油球上に黒色素胞が現われる．孵化仔魚の筋肉節数は 57 前後（6～7月，南鮮の大河の河口付近で産卵）…… ヒラ *Ilisha elongata* (Bennet).

c² 卵径 1.90 mm，油球径 0.33 mm．卵膜の内側に皺がある．孵化直後の仔魚の肛門までの筋肉節数は 73，肛門までの長さは全長の 9/10（8月，土々呂）…… I. D, No. 1.

c³ 卵径 1.4～1.75 mm，油球径 0.09～0.20 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 55 以下.

d¹ 卵黄の亀裂の面積は大きく，卵黄全周を 9～15 個で取巻く．孵化直後の仔魚の油球は卵黄の中央下面にあり，体の背面の黒色素胞は細かい点状（5～6月，九州近海）…… …… コノシロ *Konosirus punctatus* (Temminck et Schlegel).

d² 卵黄の亀裂の面積は小さく，卵黄全周を 25～35 個で取巻く．孵化直後の仔魚の油球は卵黄の後下端にあり，体の背面の黒色素胞は星型でやや大きい（1～4月，九州近海）…… ……マイワシ *Sardinops melanosticta* (Temminck et Schlegel).

II. A

油球はない．卵膜に特殊な構造がある．

a¹ 卵径 1 mm 以上．卵膜に亀甲状模様があり，その径は 0.025～0.063 mm．卵黄に亀裂はない．孵化仔魚の筋肉節数は 40 以上．孵化直後の仔魚の尾端膜鰭内には，多くの場合，黒色素胞がある．卵黄を吸収し尽すまでに黄色素胞は現われない.

b¹ 卵径 1.25～1.30 mm，亀甲模様は大小不同，形も不規則．孵化後間もない仔魚の肛門の位置は体の 1/2 より前，筋肉節数は 17＋26＝43（4月，女島）(Pl. 11, figs. 8～10) …… II. A, No. 1.

b² 卵径 1.05～1.20 mm，亀甲状模様は規則正しく，大小の差もあまりない.

c¹ 卵径 1.05～1.20 mm, 亀甲模様径 0.029～0.041 mm. 孵化直後の仔魚には色素胞はないか．尾端膜鰭内だけに黒色素胞がある．

d¹ 卵径 1.05 mm, 孵化直後の仔魚には色素胞はなく，筋肉節数は 47＋19＝66（8月，豊後水道）……エソ科（Synodontidae）の1種，No. 1.

d² 卵径 1.08～1.20 mm, 孵化直後の仔魚には尾端膜鰭内に黒色素胞がある．孵化仔魚の筋肉節数は 44～46＋14～19＝60～64（6～10月，土々呂）……エソ科の1種，No. 2（アカエソ *Synodus variegatus* (Lacépède) ?）.

c² 孵化直後の仔魚には尾端膜鰭内以外にも黒色素胞がある．

e¹ 卵径 1.09～1.19 mm, 亀甲模様径 0.04～0.06 mm. 孵化直後の仔魚の卵黄長径は肛門までの長さの 50 % 以内，卵黄上には黒色素胞はない．孵化仔魚の筋肉節数は 51～54.

f¹ 孵化直後の仔魚の黒色素胞は体の腹面に多く，約 35 個（6～12月，富岡）……エソ科の1種，No. 3（ワニエソ *Saurida tumbil* (Bloch) ?）.

f² 孵化直後の仔魚の黒色素胞は体側に多く，70 個以上（10月，土々呂）……エソ科の1種，No. 4（オキエソ *Trachinocephalus myops* (Schneider) ?）.

e² 卵径 1.16 mm, 亀甲模様径 0.030～0.036 mm. 孵化直後の仔魚の卵黄の長さは肛門までの長さの約 60 %，卵黄上に多数の黒色素胞がある．孵化仔魚の筋肉節数は 52（6～7月，土々呂）……エソ科（Synodontidae）の1種，No. 5.（本種は神谷，1925 のエソ類第一種と似ているが，亀甲模様径と肛門の位置（神谷の場合は孵化後2日の仔魚では体の 1/2 より前）が異なる）.

a² 卵径 0.64～0.73 mm, 卵膜に亀甲模様があり，径 0.010～0.025 mm. 卵内発生中に黄色素胞が現われる．卵黄は亀裂する．孵化仔魚の筋肉節数は 20～24.

g¹ 卵径 0.64～0.73 mm, 亀甲模様径 0.020～0.025 mm. 孵化直後の仔魚の卵黄上に黒色素胞がある（5～7月，富岡；12月，土々呂）……ネズッポ科（Callionymidae）の1種，No. 1（神谷，1916 のネズミゴチ）.

g² 孵化直後の仔魚の卵黄上に黒色素胞はない．

h¹ 卵径 0.65～0.71 mm, 亀甲模様径 0.010～0.018 mm. 孵化後間もない仔魚の膜鰭に黒色素胞がある（4～6月，土々呂）……ネズッポ科（Callionymidae）の1種，No. 2.

h² 卵径 0.70 mm, 亀甲模様径 0.020 mm. 孵化後間もない仔魚の膜鰭に黒色素胞はない（10月，富岡）……ネズッポ科（Callionymidae）の1種，No. 3.

a³ 卵径 1.14～1.20 mm, 卵膜の一端に疣状突起がある．突起の幅 0.08～0.12 mm, 高さ 0.06 mm. 発生初期には 500 個以上の小油球があるが，孵化に近くなれば油球は認められなくなる．孵化仔魚の筋肉節数は 37～38（8～10月，富岡）……シマウミノシタ型 No. 4.

a⁴ 卵膜の全表面に小棘または退化網絡糸がある．

i¹ 卵径 1.7～2.1 mm, 小棘の長さ 0.07～0.12 mm, 数は半球面上に 37～60 本（6～9月，九州南方海域）……サヨリトビウオ *Oxyporhamphus micropterus micropterus* (Cuvier et Valenciennes).

i² 卵径 1.82 mm, 退化網絡糸の長さ 0.70～0.83 mm, 基部に節がある．半球面上の数は約 40 本（固定卵では数個の油球状のものがあるが，油球か否か不明）（8月，26° 32′ N, 131° 57′ E）……トビウオ科（Exocoetidae）の1種，No. 1.

II. B

油球はない．卵膜に特殊な構造はなく，卵膜腔は狭い．卵黄は亀裂する．

a¹ 卵は楕円形．長径 1.2～1.5 mm, 短径 0.6～0.8 mm（九州近海では周年産卵）……カタクチイワシ *Engraulis japonica* (Houttuyn).

a² 卵は球形．

b¹ 卵径 1.2～1.32 mm.*

c¹ 卵径 1.23～1.32 mm. 孵化仔魚の筋肉節数は 50 以上（1～6月，九州近海）……ウルメイワシ *Etrumeus microps* (Temminck et Schlegel).

c² 卵径 1.2 mm. 孵化直後の仔魚の膜鰭および卵黄後方に黒色素胞がある．孵化仔魚の筋肉節数は 33～35＋8～10 ……サバヒー *Chanos chanos* (Forskål).

b² 卵径 0.66～0.69 mm. 孵化仔魚の筋肉節数は 24～27.

* Delsman (1922, '30) はオキイワシ *Chirocentrus dorab* (Forskål) の卵を報告している．卵径 1.61～1.65 mm, 油球は1個またはない．孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は 57～58.

d¹ 孵化後間もない仔魚では肛門は卵黄から離れて位置し，黄色素胞は膜鰭上にはあるが卵黄上になく，筋肉節数は 9＋15＝24（6月，土々呂）…… II. B, No. 1.

d² 孵化後間もない仔魚では肛門は卵黄に密接し，黄色素胞は卵黄上にはあるが膜鰭上になく，筋肉節数は 13＋14＝27（12月，土々呂）…… II. B, No. 2.

II. C

油球はない．卵膜に特殊な構造がなく，卵膜腔は狭い．卵黄は亀裂しない．

a¹ 卵径 1.5～2.28 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 82～87.

b¹ 卵径 1.98～2.28 mm．孵化直後の仔魚には既に背鰭および腹鰭が現われている．背鰭第1条は長く，全長の 1/2 以上．肛門は体の中央より前に位置し，筋肉節数は 30＋57＝87（6～1月，九州近海）……フリソデウオ属の1種 *Trachipterus* sp.

b² 卵径 1.5～2.09 mm．孵化直後の仔魚には背鰭および腹鰭が現われていない．肛門は体の中央より後方に位置し，筋肉節数は 50～53＋32～33.

c¹ 卵径 1.50～1.70 mm．卵膜は二重 …… アオヤガラ *Fistularia villosa* Klunzinger.

c² 卵径 1.80～2.09 mm．卵膜は一重（4～6月，九州近海）…… アカヤガラ *Fistularia petimba* Lacépède.

a² 卵径 0.82～2.20 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 36～66.

d¹ 多くの種類では卵内発生中に黒および黄色素胞が現われる．種類によつては卵黄上にも色素胞が現われる．

e¹ 卵径 1.49～2.20 mm．孵化直後の仔魚の卵黄上および膜鰭上に色素胞がある．

f¹ 卵径 1.7～2.2 mm．孵化直後の仔魚の卵黄および膜鰭上には黒および黄色素胞があり，体表および膜鰭の色素胞は不規則に配列している（2～3月，褶裳付近）…… ババガレイ *Microstomus achne* (Jordan et Starks).

f² 卵径 1.56～1.63 mm．孵化直後の仔魚の尾部中央部には背腹両膜鰭内へ広がる黒および黄色素叢があり，時間の経過とともに大きさを増す．孵化仔魚の筋肉節数は 45～46（2月，富岡）…… ホシガレイ *Verasper variegatus* (Temminck et Schlegel).

f³ 卵径 1.49～1.60 mm．孵化直後の仔魚の卵黄上の色素胞は黒，膜鰭上のものは黄，体側および膜鰭上の色素胞は対応し，断続した横帯を形成する（6～7月，北海道高島）…… ヤナギムシガレイ *Tanakius kitaharai* (Jordan et Starks).

e² 卵径 0.82～1.23 mm.

g¹ 孵化直後の仔魚の卵黄上に色素胞がある．

h¹ 卵径 0.97～1.01 mm．孵化直後の仔魚の卵黄上には多数の黄色素胞，尾部中央の背腹面および膜鰭縁辺には大きな黒色素胞がある（2～3月，石狩湾）…… ヌマガレイ *Platichthys stellatus* (Pallas).

h² 卵径 0.99～1.23 mm．孵化直後の仔魚の色素胞は卵黄上および体側に散在し，膜鰭上にはない（11～4月，北海道）…… イシガレイ *Kareius bicoloratus* (Basilewsky).

g² 孵化直後の仔魚の卵黄上および膜鰭に色素胞はない．卵径 0.82～0.95 mm.

i¹ 孵化直後の仔魚の色素胞は直腸部および尾部の3～4個所に集団を作る．孵化後2日の仔魚の膜鰭には，体側の色素胞のある場所に対応した場所に色素胞が現われる（4～5月，北海道高島）…… マガレイ *Limanda herzensteini* Jordan et Snyder.

i² 孵化直後の仔魚の色素胞は体側に散在し，直腸部と尾部中央付近とには集りが見られる（6～7月，北海道高島）…… ソウハチ *Cleisthenes pinetrum herzensteini* (Schmidt).

i³ 孵化直後の仔魚の色素胞は少なく，眼の周辺，直腸部および尾部中央付近にのみ分布する（5～6月，北海道高島）…… スナガレイ *Limanda punctatissima* (Steindachner).

d² 卵内発生中および孵化仔魚には黒色素胞だけが現われる．孵化仔魚の膜鰭には色素胞はないが，顆粒構造が発達しているものが多い．

j¹ 卵径 1.20～1.70 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 45～60.

k¹ 孵化直後の仔魚の肛門は卵黄後縁に接し，膜鰭縁辺には達しない．卵径 1.24～1.70 mm．発生初期には微小油球 5～6 個がある（12～3月，北海道；3～4月，富山）…… スケトウダラ *Theragra chalcogramma* (Pallas).

k² 孵化直後の仔魚の肛門は卵黄からかなり離れ，膜鰭縁辺に達する．孵化仔魚の筋肉節数は 57～60.

l^1　孵化直後の仔魚の頭部を除く体の腹面に 3～4 個の黒色素胞がある（5～7 月，土々呂）……トカゲエソ *Saurida elongata* (Temminck et Schlegel).

l^2　孵化直後の仔魚の頭部を除く体の腹面には直腸部に 1 個の黒色素胞があり，体の背面および体側には 12 個の黒色素胞がある（5 月，富岡）……トカゲエソ類似卵，No. 1.

j^2　卵径 0.86～0.98 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 45～49（6～10 月，富岡，土々呂）……トカゲエソ類似卵，No. 2.

a^3　卵径 0.69～1.43 mm．卵は不正円形を呈する種類もある．孵化仔魚の筋肉節数は 22～31.

m^1　卵内発生中に色素胞が現われる．卵はほぼ真球径．孵化仔魚の胸鰭は時間の経過とともに大きくなり，多くのものではその上に色素胞が現われる．

n^1　孵化直後の仔魚の卵黄上に黒色素胞がある．

o^1　卵径 1.31～1.43 mm．孵化後 1 日以降の仔魚の尾部腹面には 2 個の大きな黒色素胞がある．発達した胸鰭上の黒色素胞は 3 個．孵化仔魚の筋肉節数は 28～29（6～7 月，福岡市近郊）……オニオコゼ *Inimicus japonicus* (Cuvier et Valenciennes).

o^2　卵径 1.07 mm．孵化仔魚の発達した胸鰭上の黒色素胞は多数が放射状に並ぶ．孵化仔魚の筋肉節数は 30～31（10 月，富岡）……フサカサゴ型 No. 6.

n^2　孵化直後の仔魚の卵黄上に黒色素胞はない．

p^1　卵径 1.00～1.08 mm．孵化後 2 日以降の仔魚の尾部腹面の黒色素胞は 1 個．発達した胸鰭上の黒色素胞は 3～4 個．孵化仔魚の筋肉節数は 25～27（6～8 月，土々呂）……フサカサゴ型 No. 5.

p^2　卵径 0.87 mm．孵化直後の仔魚の体の背面には頭頂から尾端までに 16 個の黒色素胞が並ぶ（9 月，土々呂；10 月，富岡）……フサカサゴ型 No. 7.

n^3　卵径 0.78 mm 前後．孵化直後の仔魚の卵黄上に色素胞はない．孵化後 1 日以降の仔魚の色素胞は頭，腹部に多く，尾部には中央部腹面に 1 個の小色素叢がある．胸鰭には色素胞が現われない．孵化仔魚の筋肉節数は約 24（6～7 月，三河湾）……ギマ *Triacanthus brevirostris* Temminck et Schlegel.

m^2　卵内発生中に色素胞は現われない．卵は扁球形のものが多い．孵化後少時を経た仔魚はホルマリン固定によつて内側へ曲る場合が多い．卵内発生の進行とともに卵黄上に亀甲模様を生ずる種類がある．

q^1　卵同志が粘着して浮游する凝集浮游性卵．したがつて卵膜の一部に扁平な部分が見られる．卵径 0.73～0.75 mm．卵膜腔はいくらか広い．孵化に近くなると卵黄上に亀甲模様が現われる．孵化後 1 日位経つて体に黒色素胞が現われ，膜鰭に網目状構造が発達する．孵化後 2～4 日の仔魚の膜鰭縁辺には針状構造物がある．孵化仔魚の筋肉節数は 22～24（5～6 月，土々呂）……凝・No. 2（アンコウ目（Lophiida）の 1 種，No. 2）.

q^2　卵は分離浮性卵．

r^1　卵径 0.88 × 1.07 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 27（6 月，土々呂）……フサカサゴ型 No. 8.

r^2　卵径 063～0.69 × 0.73～0.85 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 25～27（6～10 月，富岡，土々呂）……フサカサゴ型 No. 9.

II. D

油球はない．卵膜に特殊な構造はない．卵膜腔は広い．

a^1　卵黄は亀裂しない．卵径 3.28 mm，卵黄径 2.80 mm．孵化直後の仔魚には既に胸鰭，背鰭および腹鰭がある．孵化仔魚の眼は左右に突出し，筋肉節数は 28＋約 100（6 月，土々呂）（Pl. 13, figs. 1～5）……II. D, No. 1.

a^2　卵黄は亀裂する．孵化直後の仔魚の肛門は体の著しく後方に位置する．

b^1　卵径 2.5～4.8 mm.

c^1　卵径 2.89～3.83 mm．孵化仔魚の体の腹面には大きな黒色素胞が 8 個以上ある．肛門までの筋肉節数は 74 または 75，推定総筋肉節数は 150（9 月，富岡）……ウミヘビ科（Ophichthidae）の 1 種，No. 2.

c^2　孵化仔魚の腹面には黒色素胞はない．体側正中線上には小黒点があつたり，なかつたりする．

d^1　卵径 3.12～3.26 mm，卵黄径 1.7～1.9 mm．孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は 53．推定総筋肉節数は 100 前後（8 月，土々呂）……ウナギ目（Anguillida）の 1 種，No. 2.

d² 卵径 2.83～4.83 mm，卵黄径 1.8～2.0 mm．孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は 61～63．推定総筋肉節数は 130 前後（7～9 月，九州近海）……ウナギ目（Anguillida）の 1 種，No. 3.

d³ 卵径 4.28～4.80 mm，卵黄径 2.2～2.4 mm．孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は 82～85．推定総筋肉節数は 140 前後（7～9 月，九州近海）……ウナギ目の 1 種，No. 4（マアナゴ *Astroconger myriaster*（Brevoort）？）．

d⁴ 卵径 4.42～4.46 mm．孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は 78，推定総筋肉節数は 130 前後（10 月，土々呂）……ウナギ目（Anguillida）の 1 種，No. 5.

b² 卵径 2.04～2.16 mm，卵黄径 1.46～1.52 mm．孵化仔魚はニシン目の種類に似た形をし，筋肉節数は 52＋9＝61（2 月，土々呂）…… ホウライエソ *Chauliodus sloani* Schneider.

III. A

油球は多数．卵膜に特殊な構造がある．

a¹ 卵径 1.45～1.84 mm．卵膜に亀甲状模様がある．

b¹ 卵膜の亀甲模様は大きく，径 0.14～0.24 mm．油球は発生初期には 90～100 個，径 0.03～0.06 mm，発生中に数が減るが，孵化直後の仔魚でも 80 個以上．孵化仔魚の筋肉節数は 47（6 月，土々呂）…… ツノウシノシタ *Aesopia corunuta* Kaup ?

b² 卵膜の亀甲模様は小さく，径 0.015～0.05 mm．

c¹ 油球は発生初期には 4～54個，径 0 02～0.08 mm．発生中に数が減り，孵化近くになると 3～15個．孵化仔魚の筋肉節数は 26～27（6～10 月，富岡，土々呂）（Pl. 14, figs. 1～8）…… III. A, No. 1.

c² 孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は 53～55 ……オオクサイトチウ *Chirocentrus hypselosoma* Bleeker.

a² 卵径 1.14～1.20 mm．卵膜の一端に疣状突起がある．突起の幅 0.08～0.12 mm，高さ 0.06 mm．油球は発生初期に 500 個以上，発生中に数が減り，孵化するまでになくなる．認められる時期の油球径 0.004～0.08 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 37～38（8～10 月，富岡）……シマウシノシタ型 No. 4.

III. B

油球は多数．卵膜に特殊な構造はない．卵膜腔は狭く，卵黄は亀裂する．

a¹ 卵内発生中に黒および黄色素胞が現われる．孵化仔魚の筋肉節数は 39～48.

b¹ 卵径 1.59 mm．油球径 0.02～0.05 mm，卵内発生中に油球数は減るが，孵化直後でも 100 個以上．孵化仔魚の筋肉節数は 48（6 月，土々呂）……シマウミノシタ型 No. 1.

b² 卵径 0.70～0.94 mm，油球径 0.01～0.08 mm，油球数 27～41．孵化仔魚の筋肉節数は 39～41.

c¹ 孵化直後の仔魚の卵黄上に黒色素胞がある．

d¹ 孵化直後の仔魚の膜鰭に黒色素胞はない（6 月，富岡）……ウシノシタ型 No. 1.

d² 孵化直後の仔魚の膜鰭に黒色素胞がある（10 月，土々呂；6～9 月，館山）…… ウシノシタ型 No. 2（神谷，1922 の多脂第 9 号）．

c² 孵化直後の仔魚の卵黄上に黒色素胞はない（6～8 月，土々呂）……ウシノシタ型 No. 3.

a² 卵内発生中に黒色素胞以外は現われない．卵径 1.84 mm，油球径 0.05～0.17 mm．油球数は20．孵化仔魚の尾部中央に大きな黒色素叢があり，膜鰭内へ広がる．孵化仔魚の筋肉節数は 28（7～10 月，土々呂）（Pl. 15, figs. 1～3）…… III. B, No. 1.

a³ 卵内発生中に色素胞は現われない．孵化仔魚の筋肉節数は 46～67.

d¹ 卵径 1.1～1.55 mm，油球は 3～20 個．孵化直後の仔魚の油球は卵黄後端に 1 列に並び，大小の差はあまりない．孵化仔魚の筋肉節数は 46～50…… ツマリエツ *Setipinna taty*（Cuvier et Valenciennes）.

d² 卵径 0.81～0.93 mm．油球は卵内発生中に数が減り，1 個の大油球（径 0.50 mm）と十数個の微小油球とになる．孵化直後の仔魚の大油球は卵黄前端に位置する．孵化仔魚の筋肉節数は 60～67（5～7 月，朝鮮）…… エツ *Coilia mystus*（Linné）.

III. C

油球は多数，卵膜に特殊な構造はない．卵膜腔は狭く，卵黄は亀裂しない．

a¹ 卵径 1.6～1.9 mm，油球径 0.05～0.20 mm，数は 6～29 個．卵膜はやや厚く，いくらか不透明．油球は卵黄後方に集まつている．孵化直後の仔魚の頭胴部は殻をかぶつている．

b¹ 孵化直後の仔魚の尾部に黄色素胞があり，口は未だ開いていない（5～8月，九州近海）……ハコフグ亜目（Ostraciontina）の1種，No. 1.

b² 孵化直後の仔魚の尾部に黄色素胞はなく，口は既に開いている（5～8月，九州近海）……ハコフグ亜目（Ostraciontina）の1種，No. 2.

a² 孵化直後の仔魚は頭胴部に殻をかぶらない．

c¹ 孵化仔魚の筋肉節数は 37～58，多くは 40 以上．

d¹ 卵径 1.6～1.8 mm，油球径 0.01～0.07 mm，数は 50～100 個，発生の進行に伴い数が減る．孵化仔魚の筋肉節数は 42～49.

e¹ 孵化仔魚には体の背腹面から腹鰭内へ広がる黒および黄色素叢があり，膜鰭縁辺には色素胞はない．孵化仔魚の筋肉節数は 42～43（3～5月，富岡）……シマウシノシタ型 No. 2（セトウシノシタ *Zebrias japonicus*（Bleeker）？）.

e² 孵化仔魚の背腹両膜鰭縁辺には1列に並んだ黒および黄色素胞があり，尾端を除く膜鰭内に点状黄色素胞が散在する．孵化仔魚の筋肉節数は 49（9月，富岡）……シマウシノシタ型 No. 3（シマウシノシタ *Zebrias zebra*（Bloch et Schneider）？）.

d² 卵径 0.98～1.07 mm，油球は発生初期には約 10 個あり，卵黄後端に集つているが（径 0.02～0.17 mm），発生の進行とともに1個になる（径 0.18 mm）．孵化仔魚の肛門の位置は体の 1/2 より後方，筋肉節数は 25＋16～17．孵化直後の仔魚の背膜鰭内には大きな黒色素胞2個がある（9～10月，富岡）（Pl. 16, figs. 1～6）……III. C, No. 1.

d³ 卵径 1.17～1.18 mm，油球径 0.02～0.10 mm，10～27 個が卵黄全面に散在している．孵化直後の仔魚の膜鰭には肛門直後，尾部中央および尾端に黄色素胞を主とした3横帯がある．卵黄をかなり吸収した仔魚の胸鰭には黒および黄色素胞が現われる．孵化仔魚は頭頂に突起を生ぜず，筋肉節数は 37～39（10月，富岡；9月，土々呂）……ウシノシタ型 No. 4.

d⁴ 卵径 0.69～0.90 mm，油球径 0.02～0.09 mm，7～36 個．孵化仔魚は時間の経過に伴い黄色素胞を主にした横帯を生じ，多くのものでは頭頂から1皮質突起が現われる．胸鰭上に色素胞は現われない．

f¹ 卵径 0.85～0.90 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 57～58．尾部横帯数は3～4個（6～8月，門司）……イヌノシタ *Cynoglossus robustus* Günther.

f² 卵径 0.69～0.76 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 41～49.

g¹ 卵内発生中に胚体および卵黄上に黒色素胞は現われない．孵化仔魚の尾部横帯数（明瞭に数え得る時期の）は4個，筋肉節数は 45～47（8～10月，土々呂）……ウシノシタ型 No. 5.

g² 卵内発生中に胚体の背腹面および卵黄上に黒色素胞が現われる．孵化仔魚の尾部横帯数（明瞭に数え得る時期の）は5個，筋肉節数は 48 前後（9～10月，土々呂）……ウシノシタ型 No. 6.

g³ 卵内発生中に胚体背面だけに黒色素胞が現われる．孵化仔魚の尾部横帯数（明瞭に数え得る時期の）は4個，筋肉節数は 41（9～10月，富岡）……ウシノシタ型 No. 7.

g⁴ 孵化後少時を経た仔魚の油球は卵黄後方に集つている．体の黒色素胞は極めて少ない．尾部横帯数は1個．筋肉節数は 49（6月，富岡）……ウシノシタ型 No. 8.

c² 孵化仔魚の筋肉節数は 25～32，多くは 30 以下．

h¹ 卵径 1.20～1.49 mm．油球は 10～45 個，径 0.02～0.15 mm．孵化仔魚の膜鰭に色素胞があり，筋肉節数は 25～26.

i¹ 油球は 28～45 個，卵黄全面に散在しているが，その内の数個～十数個だけが卵黄後端に集つている．孵化後約1日を経た仔魚には襞状の腹鰭が現われる（6月，土々呂；7月，富岡）……アゴアマダイ上科（Trachinicae）の1種，No. 1.

i² 油球は約 10 個，卵内発生の後期には卵黄後端に集まる．孵化後1日を経た仔魚に腹鰭はない．（卵黄を吸収し尽すまで現われないかどうかは不明）（6月，土々呂）（Pl. 16, figs. 7 & 9）……III. C, No. 2.

h² 卵径 0.84～1.06 mm，油球は 10～31 個，径 0.02～0.12 mm．孵化仔魚の筋肉節数は 25～32，膜鰭に色素胞がある．

j¹ 卵径 1.03 mm．卵内発生中に橙黄色素胞しか現れない．孵化仔魚の筋肉節数は 25.（8月，富岡）（Pl. 17, figs. 1, 2）……III. C, No. 3.

j² 卵内発生中に黒および黄色素胞が現われる．

k¹ 孵化仔魚の筋肉節数は31～32（7～8月，富岡；7月，土々呂）(Pl. 17, figs. 3～5) ..... III. C, No. 4.

k² 孵化仔魚の筋肉節数は28～29.

l¹ 卵黄を吸収し尽した仔魚の体の背腹面には，ほぼ各筋肉節に1個ずつの黒色素胞がある（6～12月，富岡；6月，土々呂）(Pl. 15, figs. 4～9)..... III. C, No. 5.

l² 卵黄を吸収し尽した仔魚の尾部背面には黒色素胞はない（5～7月，土々呂）(Pl. 17, figs. 6～10)..... III. C, No. 6.

III. D

油球は多数．卵膜に特殊な構造はない．卵膜腔は広い．

a¹ 孵化仔魚の体の腹面には大きな黒色素胞がある．卵黄は亀裂する．

b¹ 卵径3 mm 以上．卵膜の内側に皺はない．油球数は卵内発生の進むにつれて減る．

c¹ 卵径3.77～3.78 mm，卵黄径約1.9 mm．孵化後間もない仔魚の体の腹面には，肛門までに，大きな黒色素胞が6個，小さいもの2個がある．孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は82，推定総筋肉節数は150前後（10月，土々呂）..... ウミヘビ科（Ophichthidae）の1種，No. 3.

c² 卵径3.12～3.16 mm．孵化後間もない仔魚の肛門までの体の腹面または卵黄上に黒色素胞群4個と小さい樹枝状黒色素胞2個がある．

d¹ 孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は85，推定総筋肉節数は190前後（8月，土々呂）..... ウミヘビ科（Ophichthidae）の1種，No. 4.

d² 孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は90，推定総筋肉節数は180前後（7月，土々呂）..... ウミヘビ科（Ophichthidae）の1種，No. 5.

b² 卵径2.20 mm，卵黄径1.31 mm．卵膜の内側に皺がある．孵化仔魚の肛門までの体の腹面の大型黒色素胞は8個．肛門までの筋肉節数は77，推定総筋肉節数は140前後（7月，土々呂）..... ウミヘビ科（Ophichthidae）の1種，No. 6.

a² 孵化仔魚の体の腹面には黒色素胞はない．尾端に黒色素胞のある種類はある．卵黄は亀裂する．

e¹ 卵径3.5 mm 以上．

f¹ 卵径4.40 mm．孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は84，推定総筋肉節数は150前後．肛門までの長さは全長の84％（8月，土々呂）..... ウナギ目（Anguillida）の1種，No. 6.

f² 卵径3.80 mm．孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は82，推定総筋肉節数は150前後．肛門までの長さは全長の79％（5月，土々呂）..... ウナギ目（Anguillida）の1種，No. 7.

e² 卵径3 mm 以下．孵化直後の仔魚の口は未だ開いていない．孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は60以下．

g¹ 卵径2.81 mm．孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は51，推定総筋肉節数は100前後（10月，土々呂）..... ウナギ目（Anguillida）の1種，No. 8.

g² 卵径2.34 mm．卵膜の内側に皺がある．孵化直後の仔魚の尾端に黒色素胞がある．孵化仔魚の肛門までの筋肉節数は48，推定総筋肉節数は120前後（10月，土々呂）..... ウナギ目（Anguillida）の1種，No. 9.

g³ 卵径0.77～0.82 mm，卵膜腔は著しく広くはない．卵黄径0.65～0.69 mm，油球は3～20個．卵内発生中に胚体背面に黒色素胞が現われる．孵化仔魚の筋肉節数は33～34＋7～8..... ナンヨウコノシロ *Anodontostoma chacunda* (Buchanan-Hamilton).

a³ 卵内発生中に黒および黄色素胞が現われる．卵黄は亀裂しない．卵径2.06～2.83 mm，油球径0.09 mm（多くは0.01 mm）以下．数は多い．孵化仔魚の筋肉節数は50以下（3～4月，北海道高島）..... ドロカレイ *Hippoglossoides robustus* Gill et Townsend.

付記．1960年9月8日に愛媛県沖においてミシマオコゼ *Uranoscopus japonicus* Houttuyn の人工授精を行なった．その結果 III. A, No. 1 はミシマオコゼであることが判明した．

文　　献

種名ないし所属が明らかになつた種については将来記載図示を行う予定である．それらに関する文献はその際に掲げ，ここでは検索中に引用したもののみを記す．

Delsman, H. C., 1922. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 2. *Chirocentrus dorab* (Forsk.). Treubia, **3** (1) : 38-46.

———, 1930. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 14. The Genus *Pellona* 15. On *Chirocentrus hypselosoma* and *dorab*. Ibid., **12** (1) : 37–50.

———, 1931. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 18. The genus *Cybium* with remarks on a few other Scombridae. Ibid., **13** (3–4) : 401–410.

Ehrenbaum, E., 1905–09. Eier und Larvan von Fischen. 1 Teil. Nordisches Plankton, Lief. 4 : 1–216 ; 2 Teil. Ibid., Lief. 10 : 217–413.

神谷尚志，1916．館山湾に於ける浮性魚卵並に其稚児．水講試報，**11** (5) : 1-92, 5 pls.

———，1922．館山湾に於ける浮性魚卵並に其稚仔．第二報．瀬戸内海に於ける浮性魚卵並に其稚仔．同誌，**18** (3) : 1-39, 5 pls.

———，1924．邦産浮性魚卵検索表．水研誌，**19** (6) : 33-40.

———，1925．館山湾に於ける浮性魚卵並に其稚仔（第三報）．北陸沿岸に於ける浮性魚卵並に其稚仔．水講試報．**21** (3) : 71–106, 3 pls.

松原喜代松，1955．魚類の形態と検索．xi＋1605, 135 pls. 東京．

水戸　敏，1960．浮游性魚卵および孵化仔魚の種の同定について．九大農学芸誌，**18** (1) : 61–70, 1 pl.

Munro, I. S. R., 1942. The eggs and early larvae of the Australian barred Spanish mackerel, *Scomberomorus commersoni* (Lacépède) with preliminary notes on the spawning of that species. Proc. Roy. Soc. Queensland, **54** (4) : 33–48.

内田恵太郎，1924．寒天状物質に包まれた硬骨魚卵．水学報，**4** (3) : 179–181.

Résumé

The present paper deals with the keys to 246 species of pelagic eggs and hatched larvae found in the adjacent waters of Japan. The characteristics for identification of species have been described in the previous paper.

The species grouped under the name of certain "type" are those which seemed to belong to a same systematic group, as they show similar characteristics in their developmental course. As the pelagic eggs spawned by the closely related species show not always a striking resemblance to each other, careful examinations are required in the identification of unknown eggs of the same systematic group.

The keys are summarized as follows:

a^1 The spawned eggs are either imbedded in a gelatinous substance or they are agglutinated to each other forming an egg mass..... ..... Agglutinated pelagic eggs.

a^2 The spawned eggs are isolated, not forming any mass...Isolated pelagic eggs.

Agglutinated pelagic eggs

a^1 The eggs are spawned in a gelatinous ribbon ..... *Lophius litulon* (Jordan) ?, *Pterophryne histrio* (Linné), *Antennarius* sp. and Lophiidae No. 1.

a^2 The eggs are spawned in a gelatinous balloon ..... *Blotula multibarbata* Temminck et Schlegel ?, Carapidae No. 1, *Pterois lunulata* Temminck et Schlegel and Scorpaenidae No. 1.

a^3 The eggs are agglutinated to each other, not imbedded in a gelatinous substance ..... Lophiida No. 2 and Agglutinated egg No. 1.

Isolated pelagic eggs

a^1 The eggs with a single oil globule (rarely separated in 2 to 5).....(I).

a^2 The eggs without oil globule.....(II).

a^3 The eggs with many oil globules (rarely united into one during the course of the egg development):.....(III).

(I), (II) and (III) can be divided into following groups:

a^1 Egg membrane with markings, coat or appendages.....A.

a^2 Egg membrane without above mentioned structures.

b^1 Perivitelline space narrow.

c^1 With segmented yolk.....B.

c^2 Without segmented yolk.....C.

b^2 Perivitelline space wide.....D.

Species belonging to each groups of A–D are as follows:

I. A: *Maurolicus japonicus* Ishikawa, Myctophida No. 1, 2, Bothidae-type No. 8–10 and Pleuronectida ? No. 1.

I. B: This group can be divided into two sections according to the position of the oil globule in the newly hatched larva.

Section 1: The oil globule of the newly hatched larva situated at the anterior part of the yolk.

Sphyraena pinguis Günther and its related unidentified eggs, *Trachurus japonicus* Bleeker and its related unidentified eggs, *Caranx* spp. No. 1–3, *Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel, *Oplegnathus fasciatus* (Temminck et Schlegel), *O. punctatus* (Temminck et Schlegel) ?, Mullidae No. 1, 2, *Gerres japonicus* Bleeker and I. B, No. 1–5.

Section 2: The oil globule of the newly hatched larva situated at the posterior part of the yolk.

Labracoglossa argentiventris Peters, *Coryphaena hippurus* Linné, *Sillago japonica*

Temminck et Schlegel, *S. parvisquamis* Gill ?, *Parapristipoma trilineatum* (Thunberg), *Chaetodontoplus septentrionalis* (Temminck et Schlegel) and I. B, No. 6–13.

I. C: Also can be divided into two sections as in the case of I. B.

Section 1: *Auxis* sp. ?, *Lateolabrax japonicus* (Cuvier), *Bhabdosargus sarba* (Forskål), *Lethrinus nematacanthus* (Bleeker), *Goniistius* spp. Type 1, 2, *Thalassoma cupido* (Temminck et Schlegel), *Duymaeria flagellifera* (Cuvier et Valenciennes), *Pseudolabrus japonicus* (Houttuyn), *Stethojulis kalosoma* (Bleeker), *Halichoeres tenuispinnis* (Günther), *H. poecilopterus* (Temminck et Schlegel), *Leptoscarus japonicus* (Cuvier et Valenciennes), Labrus sp., Labrina No. 1–14 and I. C, No. 1–5.

Section 2: *Auxis* sp., *Scomber tapeinocephalus* Bleeker, *S. japonicus* Houttuyn, *Scomberomorus niphonius* (Cuvier et Valenciennes), *S. kuhlii* (Cuvier et Valenciennes), *S. commerson* (Lacépède), *Trichiurus lepturus* (Linné), Scomber-type No. 1, *Pseudosciaena crocea* (Richardson), *P. manchurica* (Jordan et Thompson), *Collichthys lucidus* (Richardson), *C. niveatus* Jordan et Starks, *Argyrosomus argentatus* (Houttuyn), *Girella punctata* Grey, *Girella* sp., *Evynnis japonica* Tanaka, *Mylio macrocephalus* (Basilewsky), *M. latus* (Houttuyn), *Chrysophrys major* Temminck et Schlegel, Sparidae-type No. 1–7, *Neopercis sexfasciatus* (Temminck et Schlegel), Parapercidae-type No. 1–9, Trachinicae No. 2, *Hypodytes rubripinnis* (Temminck et Schlegel), Scorpaenidae-type No. 1–4, *Chelidonichthys kumu* (Lesson et Garnot), *Pachytrigla alata* (Houttuyn), *Lepidotrigla japonica* (Bleeker), Triglidae No. 1–3, *Platycephalus indicus* (Linné), *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel), Bothidae type No. 1–7, Gadida No. 1–3 and I. C, No. 6–17.

I. D: *Konosirus punctatus* (Temminck et Schlegel), *Sardinops melanosticta* (Temminck et Schlegel), *Ilisha elongata* (Bennet), Ophichthidae No. 1, Anguillida No. 1 and I. D, No. 1.

II. A: Synodontidae No. 1–5, *Oxyporhamphus micropterus micropterus* (Cuvier et Valenciennes), Exocoetidae No. 1, Callionymidae No. 1–3 and II. A, No. 1.

II. B: *Etrumeus microps* (Temminck et Schlegel), *Engraulis japonica* (Houttuyn), *Chanos chanos* (Forskål) and II. B, No. 1, 2.

II. C: *Saurida elongata* (Temminck et Schlegel) and its related unidentified eggs No. 1, 2, *Fistularia villosa* Klunzinger, *F. petimba* Lacépède, *Trachitperus* sp., *Triacanthus brevirostris* Temminck et Schlegel, *Inimicus japonicus* (Cuvier et Valenciennes), Scorpaenidae-type No. 5–9, *Cleisthenes pinetrum herzensteini* (Schmidt), *Verasper variegatus* (Temminck et Schlegel), *Limanda punctatissima* (Steindachner), *L. herzensteini* Jordan et Snyder, *Platichthys stellatus* (Pallas),

Kareius bicoloratus (Basilewsky), *Tanakius kitaharae* (Jordan et Starks), *Microstomus achne* (Jordan et Starks) and *Theragra chalcogramma* (Pallas).

II. D: *Chauliodus sloani* Schneider, Ophichthidae No. 2, Anguillida No. 2–5 and II. D, No. 1.

III. A: *Chirocentrus hypselosoma* Bleeker, *Aesopia corunuta* Kaup?, Synapturinae No. 4 and III. A, No. 1.

III. B: *Setipinna taty* (Cuvier et Valenciennes), *Coilia mystus* (Linné), Synapturinae No. 1, Cynoglossidae No. 1–3 and III. B, No. 1.

III. C: Trachinicae No. 1, Ostraciontina No. 1, 2, Synapturinae No. 2, 3, *Cynoglossus robustus* Günther, Cynoglossidae No. 4–8 and III. C, No. 1–6.

III. D: *Anodontostoma chacunda* (Buchanan-Hamilton), Ophichthidae No. 3–6, Anguillida No. 6–9 and *Hippoglossoides robustus* Gill et Townsend.

Unidentified species included in the keys are shown in Plates 2～17 excepting I. C, No. 1, I. D, No. 1, II. B, No. 1 and II. B, No. 2, the figures and descriptions of the remaining species and the literature concerning them will be published in the later articles.

Fisheries Laboratory,
Faculty of Agriculture,
Kyushu University

Explanation of Plate 2

Agglutinated egg, No. 1.

Fig. 1. Pelagic egg, eye vesicle formation, 5 h 30 m after collecting, about 17 h before hatching, 1.20–1.21×1.27–1.31 mm in diameter, oil globule 0.29 mm (22.4–24°C).

Fig. 2. Larva newly hatched, 3.02 mm in total length, myotomes 15+13=28.

Fig. 3. Larva 1.5 days old, 3.45 mm in total length, myotomes 16+12=28.

I.B, No. 1

Fig. 4. Pelagic egg, 4 h 50 m after collecting, 0.95–0.96 mm in diameter, oil globule 0.23–0.25 mm.

Fig. 5. Shortly before hatching, 13 h after (22.5–23.2°C).

Fig. 6. Larva just hatched, 2.66 mm in total length, myotomes 12+16=28.

アカカマス類似卵 Unidentified species resembling to *Sphyraena pinguis* Cünther

Fig. 7. Pelagic egg, 2 h 45 m after collecting, 2–3 h before hatching, 0.79 mm in diameter, oil globule 0.18 mm (30.8°C).

Fig. 8. Larva 5 h after hatching, 2.48 mm in total length, myotomes 13+15=28.

イシガキダイ *Oplegnathus punctatus* (Temminck et Schlegel)?

Egg and egg development are much the same as those of *O. fasciatus*.

Fig. 9. Larva 5.5 h after hatching, 2.30 mm in total length, myotomes 12+14=26.

日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

Explanation of Plate 3

I.B, No. 2

Fig. 1. Pelagic egg, 6 h after collecting, about 12 h before hatching, 0.83 mm in diameter, oil globule 0.21 mm (23–24.8°C).

Fig. 2. Larva newly hatched, 2.48 mm in total length, myotomes 12+14=26.

I.B, No. 3

Fig. 3. Pelagic egg, 6 h 15 m after collecting, blastula stage, 0.88 mm in diameter, oil globule 0.21 mm.

Fig. 4. 6–myotome stage, 14 h after.

Fig. 5. 13 h before hatching, 25 h 20 m after (16–18°C).

Fig. 6. Larva 11 h after hatching, 2.41 mm in total length, myotomes 12+14=26.

I.B, No 4

Fig. 7. Pelagic egg, 5 h 10 m after collecting, about 6 h before hatching, 0.71 mm in diameter, oil globule 0.21 mm (28–29°C).

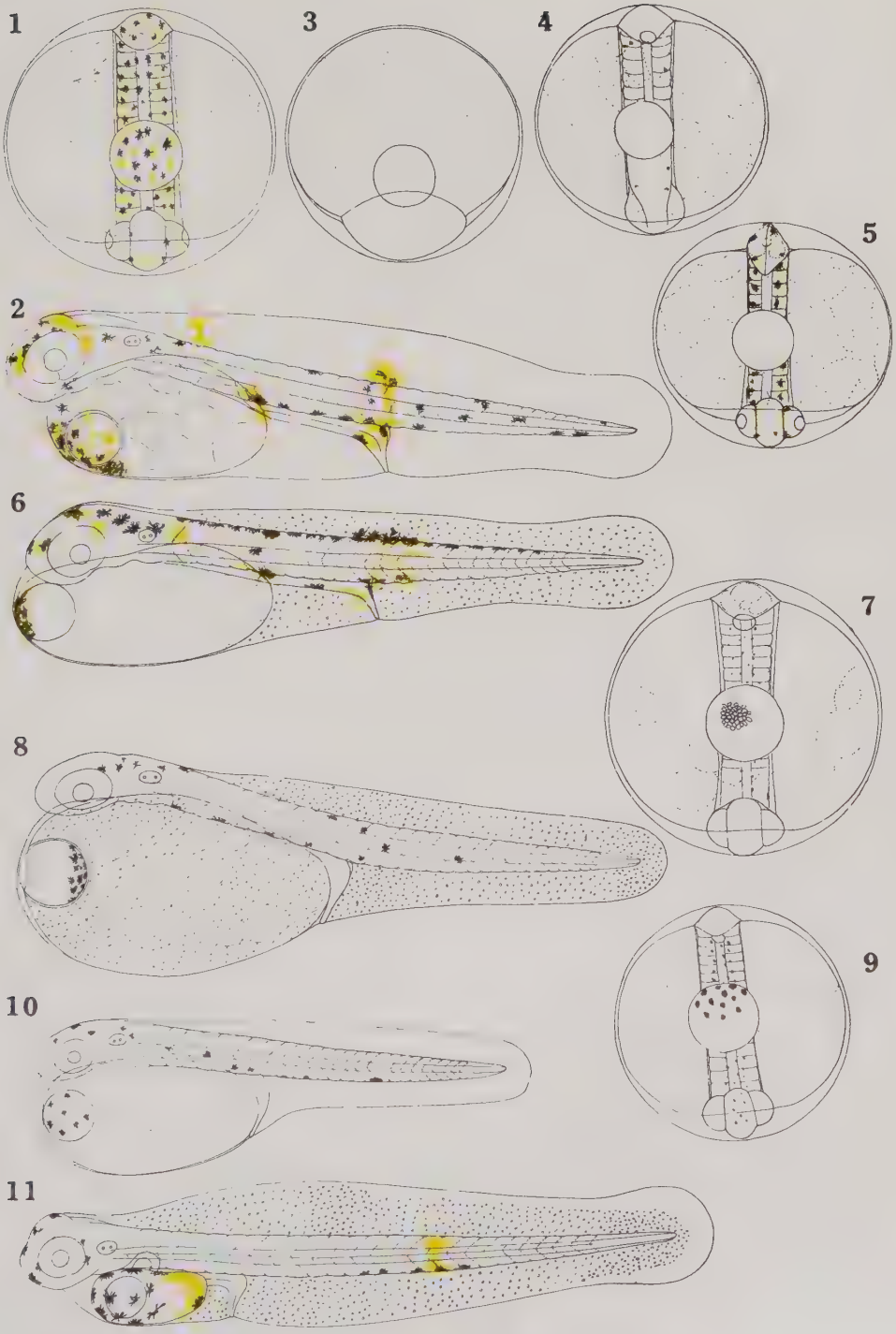
Fig. 8. Larva newly hatched, 1.64 mm in total length, myotomes 9+20=29.

I.B, No. 5.

Fig. 9. Pelagic egg, 4 h 15 m after collecting, 9 h before hatching, 0.71 mm in diameter, oil globule 0.19 mm (24–24.2°C).

Fig. 10. Larva just hatched, 1.73 mm in total length, myotomes 7+18=25.

Fig. 11. Larva 1 day old, 2.64 mm in total length, myotomes 6+19=25.



日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

Explanation of Plate 4

I.B, No. 7

Fig. 1. Pelagic egg, 12-myotome stage, 10 h after collecting, 24 h before hatching, 1.24 mm in diameter, oil globule 0.21 mm (25.6–27 C).

Fig. 2. Larva 8 h after hatching, 3.22 mm in total length, myotomes 15+15=30.

Fig. 3. Ditto, dorsal view, shows the ventral fins.

I.B, No. 6

Fig. 4. Pelagic egg, 5 h 30 m after collecting, 1.36 mm in diameter, oil globule 0.35 mm.

Fig. 5. About 1 day before hatching, 26 h 30 m after (9–14°C).

Fig. 6. Larva newly hatched, 3 94 mm in total length, myotomes 13+14=27.

I.B, No. 8

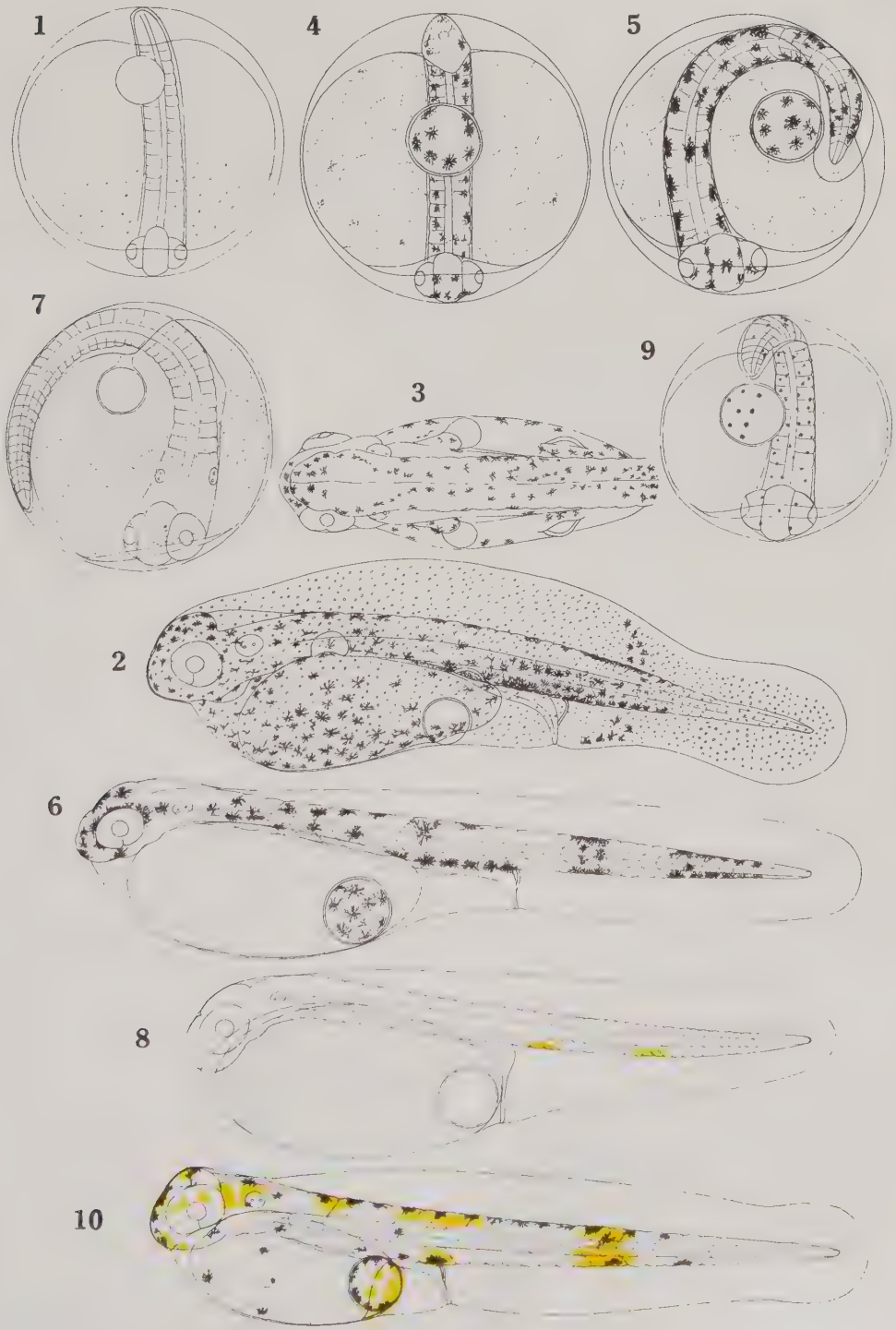
Fig. 7. Pelagic egg, shortly before hatching, 11 h 20 m after collecting, 0.71 mm in diameter, oil globule 0.13 mm (24–25°C).

Fig. 8. Larva 3 h after hatching, 2.21 mm in total length, myotomes 12+24=36.

I.B, No. 11

Fig. 9. Pelagic egg, 3 h 55 m after collecting, about 4 h before hatching, 0.72 mm in diameter, oil globule 0.20 mm (25.2–26.2°C).

Fig.10. Larva 12 h after hatching, 2.23 mm in total length, myotomes 9+16=25.



日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

Explanation of Plate 6

I.B, No. 12

Fig. 1. Pelagic egg, 27 h 30 m after collecting, 3 h before hatching, 0.95 mm in diameter, oil globule 0.26 mm (22.6-26.6°C).

Fig. 2. Larva just hatched, 2.25 mm in total length, myotomes 7+18=25.

I.B, No. 13

Fig. 3. Pelagic egg, 4 h after collecting, 0.98 mm in diameter, oil globule 0.23 mm.

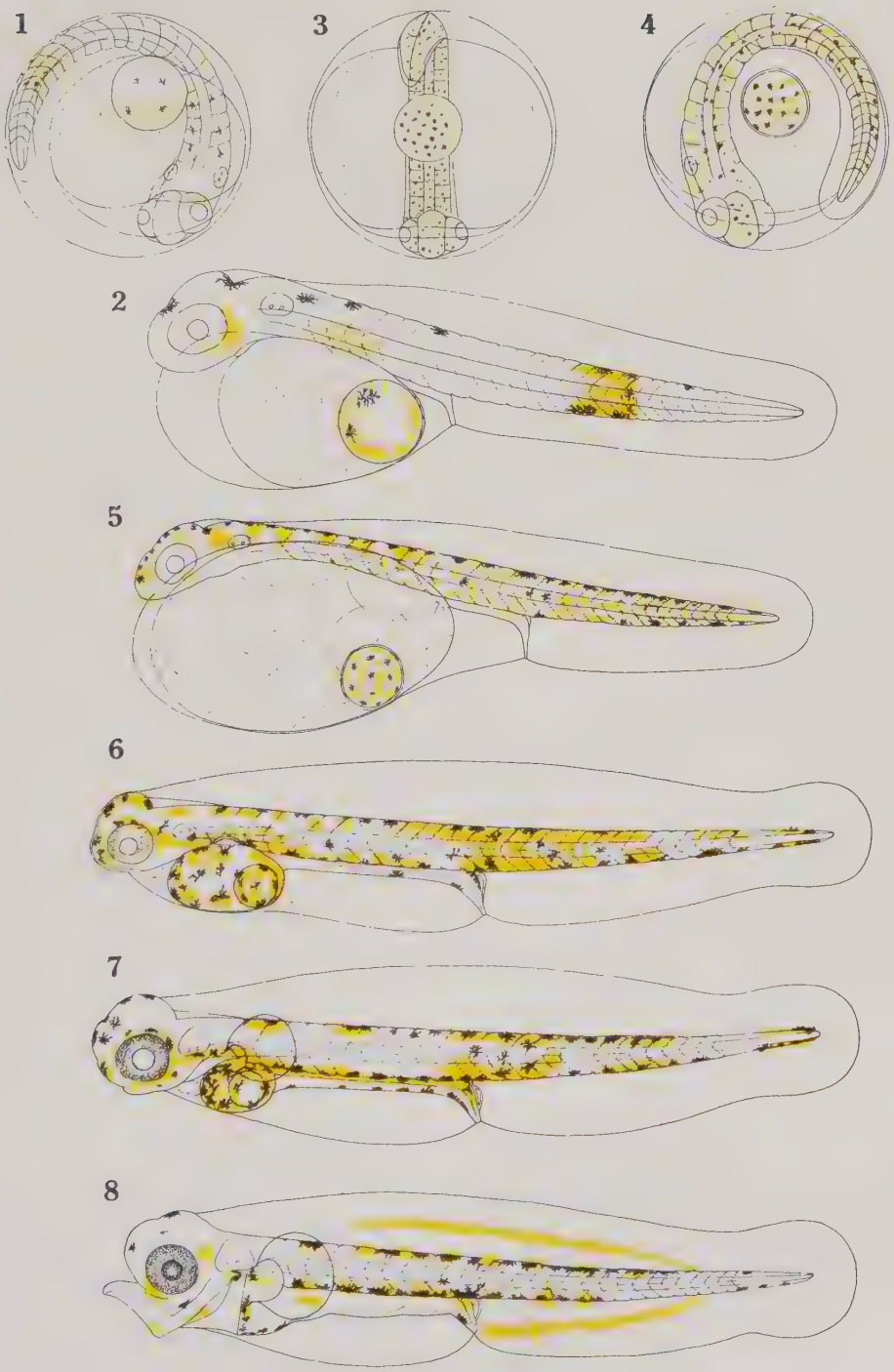
Fig. 4. 1 h before hatching, 11 h 10 m after (22-23.5°C).

Fig. 5. Larva just hatched, 2.42 mm in total length, myotomes 13+16=29.

Fig. 6. Larva 1 day old, 3.45 mm in total length, myotomes 13+15=28.

Fig. 7. Larva 2.5 days old, 3.58 mm in total length, myotomes 12+15=27.

Fig. 8. Larva 5 days old, 3.54 mm in total length, myotomes 10+17=27.



日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

Explanation of Plate 7

I.C, No. 4

Fig. 1. Pelagic egg, 3 h 40 m after collecting, 10 h before hatching, 0.73 mm in diameter, oil globule 0.18 mm (31–32°C).

Fig. 2. Larva just hatched, 1.58 mm in total length, myotomes 12+15=27.

I.C, No. 2

Fig. 3. Pelagic egg, 9 h after collecting, 3 h 50 m before hatching, 0.91 mm in diameter, oil globule 0.17 mm (25–25.4°C).

Fig. 4. Larva just hatched, 2.27 mm in total length, myotomes 14+16=30.

I.C, No. 3

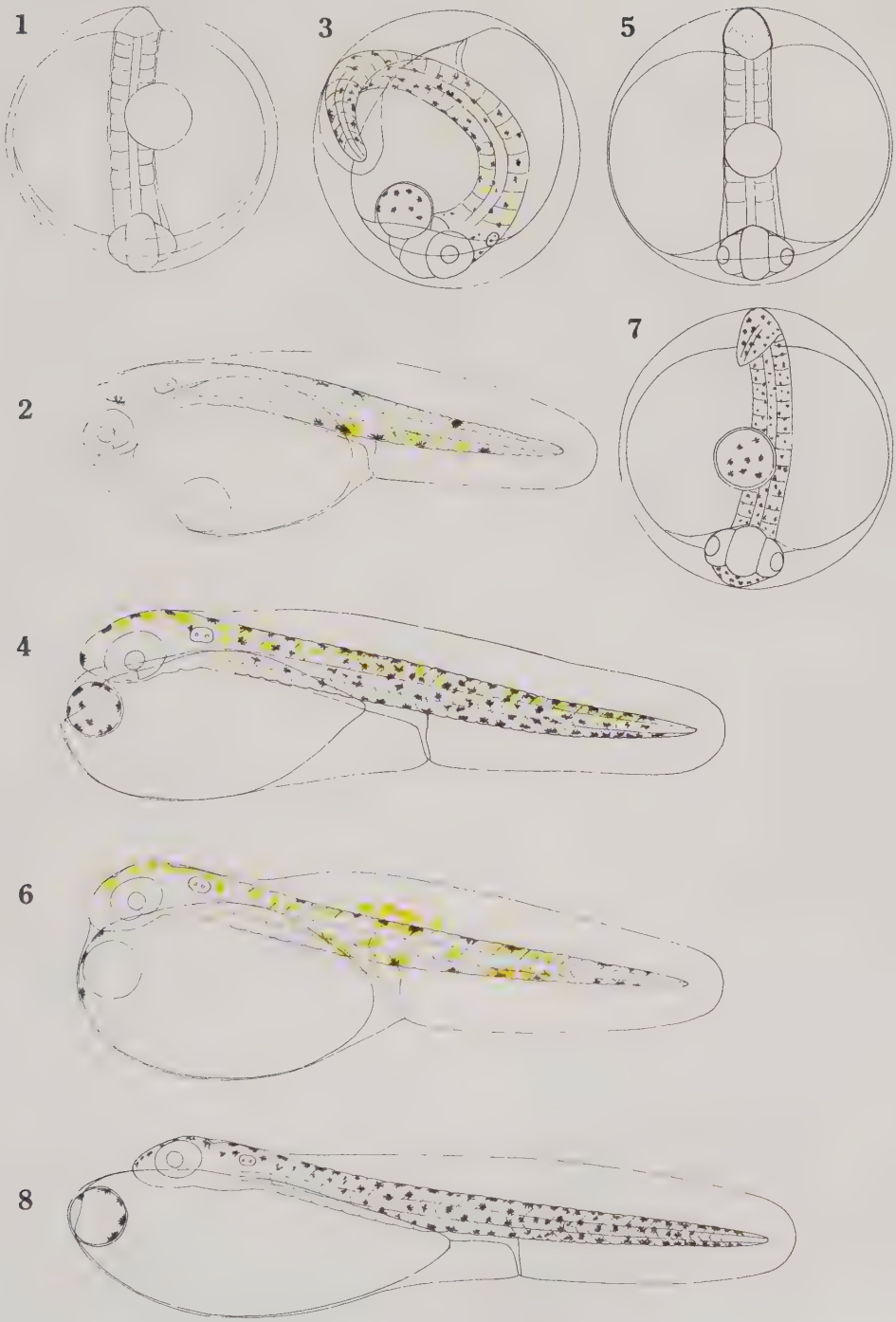
Fig. 5. Pelagic egg, 2 h 25 m after collecting, 10 h before hatching, 0.75 mm in diameter, oil globule 0.16 mm (30.8–32.6°C).

Fig. 6. Larva just hatched, 1.74 mm in total length, myotomes 11+16=27.

I.C, No. 5

Fig. 7. Pelagic egg, 4 h 50 m after collecting, 9 h before hatching, 1.01 mm in diameter, oil globule 0.19 mm (19–25°C).

Fig. 8. Larva just hatched, 2.62 mm in total length, myotomes 14+18=32.



日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

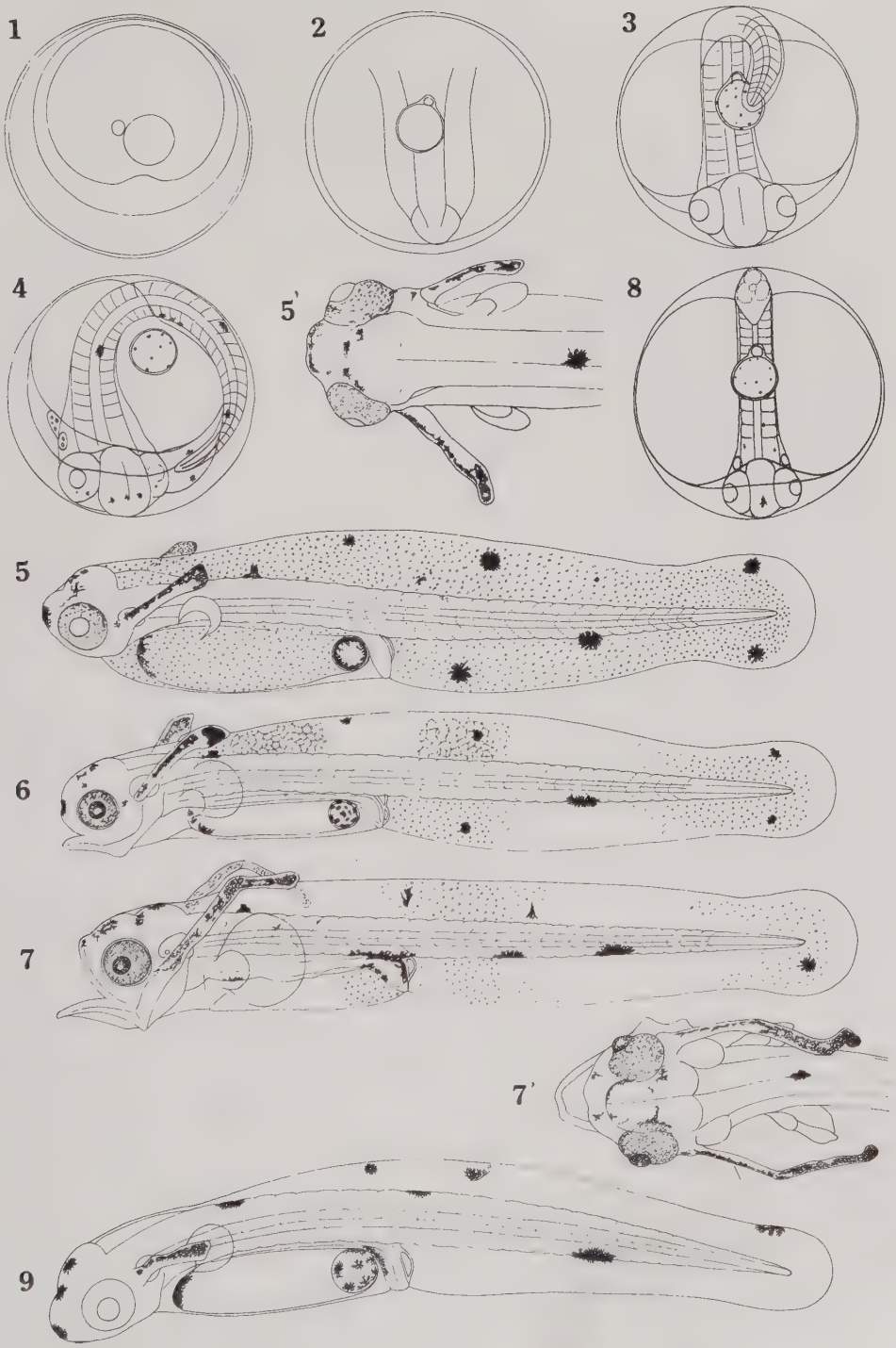
Explanation of Plate 8

I.C, No. 6

Fig. 1. Pelagic egg, blastula stage, 7 h 45 m after collecting, 1.11 mm in diameter, oil globules 0.20 and 0.03 mm.
Fig. 2. Embryo formation, 27 h after.
Fig. 3. Appearance of melanophores, 63 h after.
Fig. 4. 10 h before hatching, 113 h after (16–18°C).
Fig. 5, 5'. Larva newly hatched, 3.66 mm in total length, myotomes 10+20=30.
Fig. 6. Larva 2.5 days old, 4.06 mm in total length, myotomes 12+20=32.
Fig. 7, 7'. Larva 9 days old, 4 36 mm in total length, myotomes 10+21=31.

I.C, No. 7

Fig. 8. Pelagic egg, 4h after collecting, about 6.5 days before hatching, 1.17 mm in diameter, oil globules 0.18 and 0 07 mm (14.4–18°C).
Fig. 9. Larva newly hatched, 3.42 mm in total length, myotomes 10+18=28.



日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

Explanation of Plate 9

I.C, No. 8

Fig. 1. Pelagic egg, 1 h 50 m after collecting, about 16 h before hatching, 1.39 mm in diameter, oil globule 0.35 mm (28–29°C).

Fig. 2. Larva newly hatched, 3.65 mm in total length, myotomes 11+17=28.

I.C, No. 9

Fig. 3. Pelagic egg, 5 h 20 m after collecting, 58 h before hatching, 1.64 mm in diameter, oil globule 0.32 mm (24–27°C).

Fig. 4. Larva just hatched, 4.40 mm in total length. myotomes 10+16=26.

アゴアマダイ上科の1種 Trachinicae No. 2

Fig. 5. Pelagic egg, 7 h 15 m after collecting, 1.24 mm in diameter, oil globule 0.28 mm.

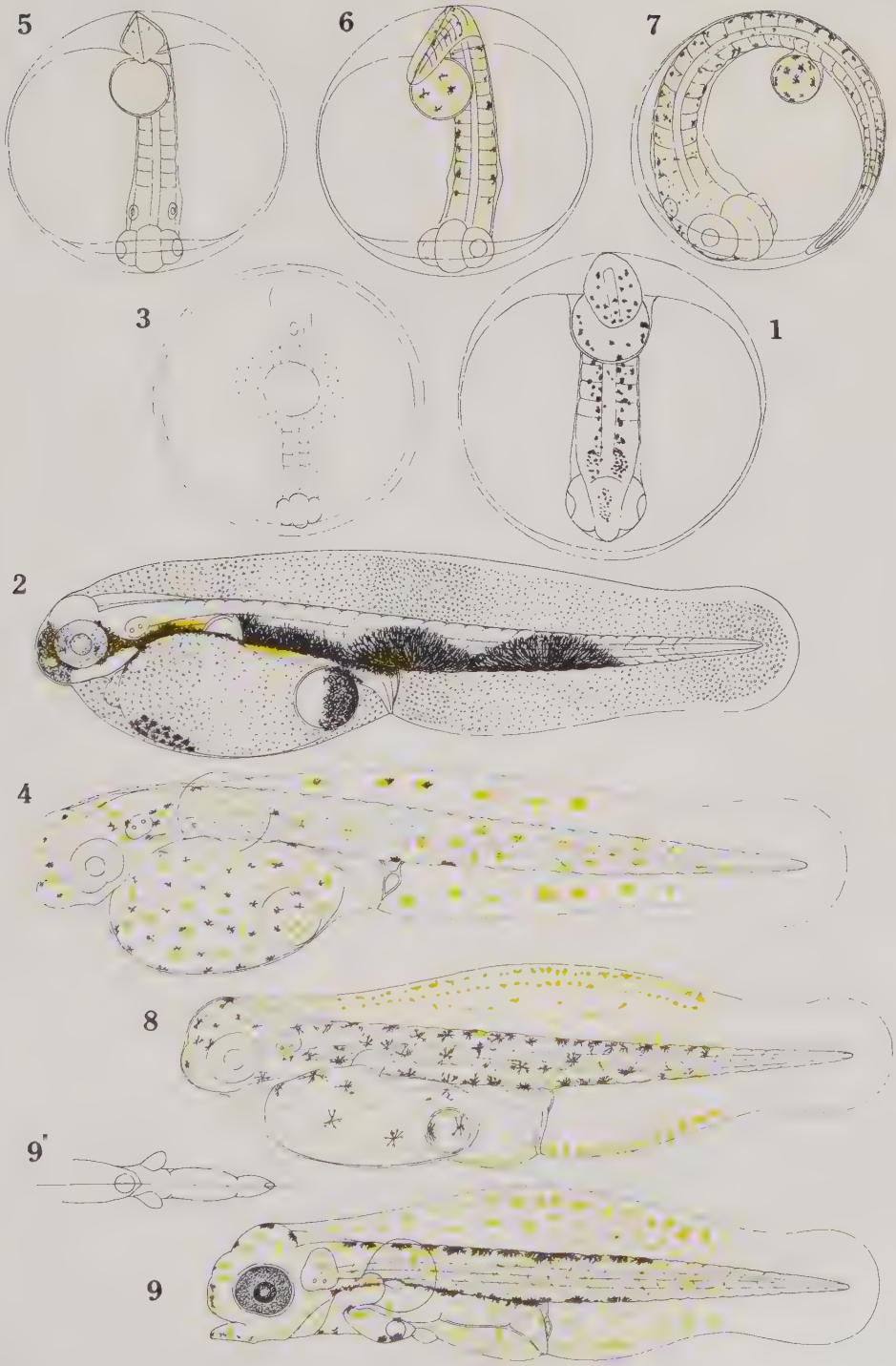
Fig. 6. Appearance of melanophores, 13 h after.

Fig. 7. About 12 h before hatching, 29 h after (25–26°C).

Fig. 8. Larva 5 h after hatching, 3.40 mm in total length, myotomes 11+15=26.

Fig. 9. Larva 1.5 days old, 3.47 mm in total length, myotomes 11+14=25.

Fig. 9′. Ditto, ventral view, shows the ventral fins.



日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

Explanation of Plate 10

I.C, No. 10

Fig. 1. Pelagic egg, 6 h 40 m after collecting, 22 h before hatching, 1.24 mm in diameter, oil globule 0.26 mm (24.8-26.8°C).

Fig. 2. Empty egg capsule.

Fig. 3. Larva just hatched, 3.32 mm in total length, myotomes 11+18=29.

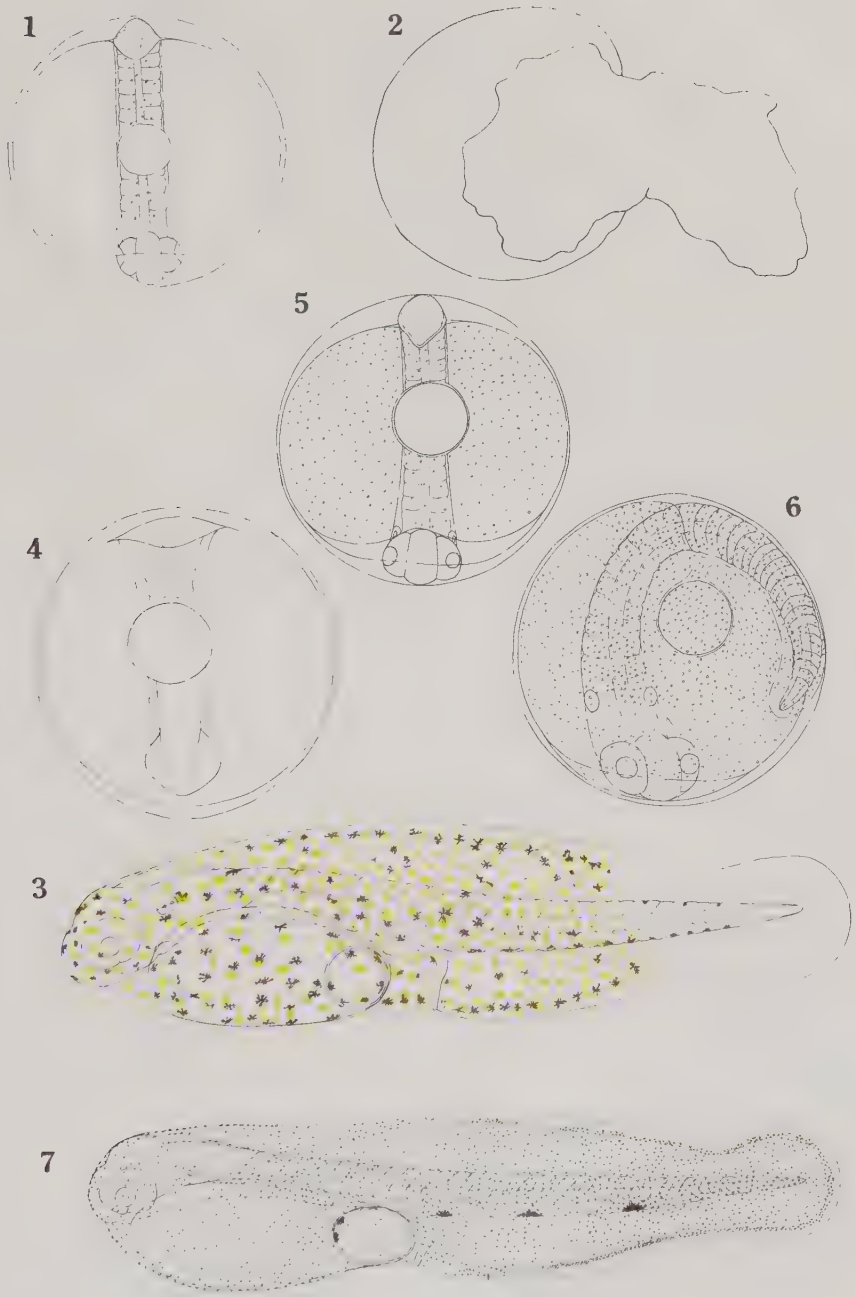
I.C, No. 12

Fig. 4. Pelagic egg, 4 h 40 m after collecting, 0.95 mm in diameter, oil globule 0.25 mm.

Fig. 5. Appearance of granules on the yolk surface, 20 h after.

Fig. 6. Appearnace of melanophores, 12 h before hatching, 32 h after (21–24°C).

Fig. 7. Larva just hatched, 2.94 mm in total length, myotomes 11+27=38.



日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

Explanation of Plate 11

I.C, No. 11

Fig. 1. Pelagic egg, 1 h after collecting, 7 h before hatching, 0.58 mm in diameter, oil globule 0.13 mm (27.8–28°C).
Fig. 2. Larva 3 h after hatching, 1.84 mm in total length, myotomes 13+23=36.
Fig. 3. Larva 1 day old, 2.24 mm in total length, myotomes 11+23=34.

I.C, No. 13

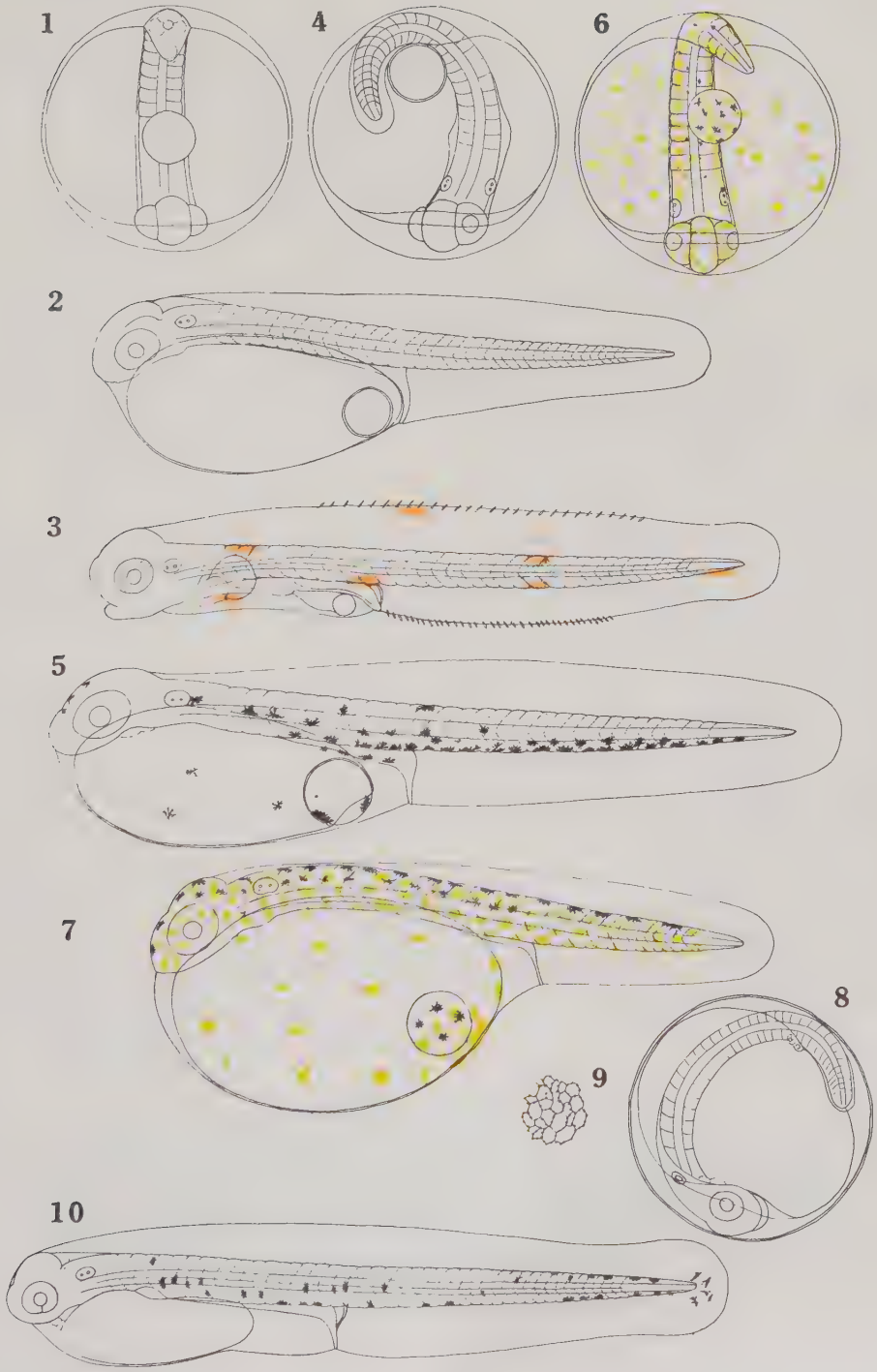
Fig. 4. Pelagic egg, 9 h 30 m after collecting, about 6 h before hatching, 1.00 mm in diameter, oil globule 0.24 mm (21–24°C).
Fig. 5. Larva newly hatched, 2.34 mm in total length, myotomes 11+21=32.

I.C, No. 14

Fig. 6. Pelagic egg, 10 h 30 m after collecting, 4 h before hatching, 0.88 mm in diameter, oil globule 0.20 mm (22.5°C).
Fig. 7. Larva jnst hatched, 1.81 mm in total length, myotomes 12+16=28.

II.A, No. 1

Fig. 8. Pelagic egg, 5 h after collecting, about 1.5 days before hatching, 1.25 mm in diameter (19–21.5°C).
Fig. 9. Hexagonal meshes of the egg membrane, 0.015–0.028 mm in diameter.
Fig.10. Larva newly hatched, 4.33 mm in total length, myotomes 17+26=43.



日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

Explanation of Plate 12

I.C, No. 15

Fig. 1. Pelagic egg, 2 h 50 m after collecting, 0.80 mm in diameter, oil globule 0.18 mm.

Fig. 2. 4 h before hatching, 7 h 40 m after (28°C).

Fig. 3. Larva just hatched. 2.01 mm in total length, myotomes 12+20=32.

I.C, No. 16

Fig. 4. Pelagic egg, 8 h 30 m after collecting, 2 h before hatching, 0.61 mm in diameter, oil globule 0.11 mm (25°C).

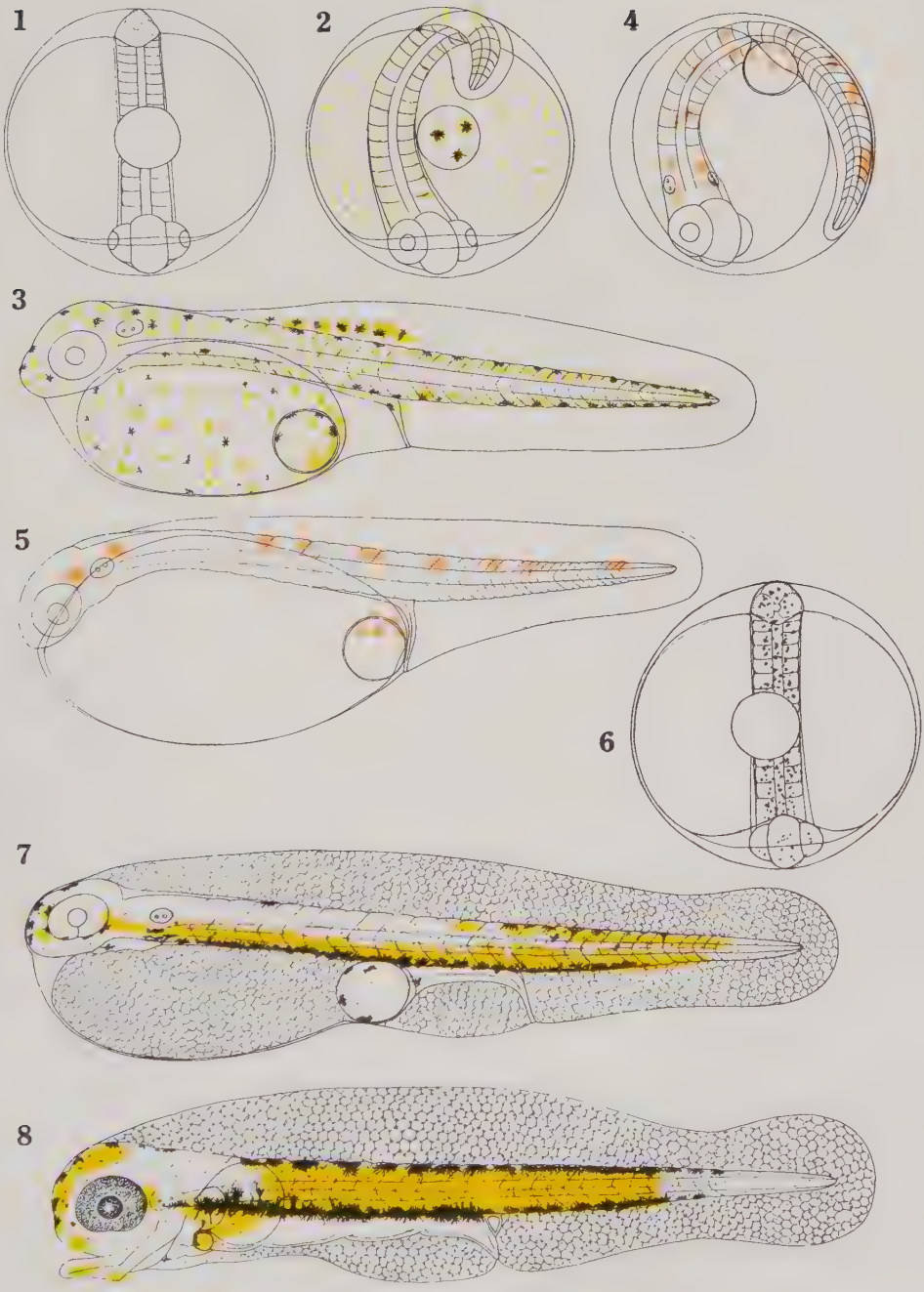
Fig. 5. Larva just hatched, 1.40 mm in total length, myotomes 11+23=34.

I.C, No. 17

Fig. 6. Pelagic egg, 6 h after collecting, 8 h before hatching, 0.75 mm in diameter, oil globule 0.16 mm (24–25°C).

Fig. 7. Larva 10 h after hatching, 2.08 mm in total length, myotomes 14+13=27.

Fig. 8. Larva 3.5 days old, 2.60 mm in total length, myotomes 13+14=27.

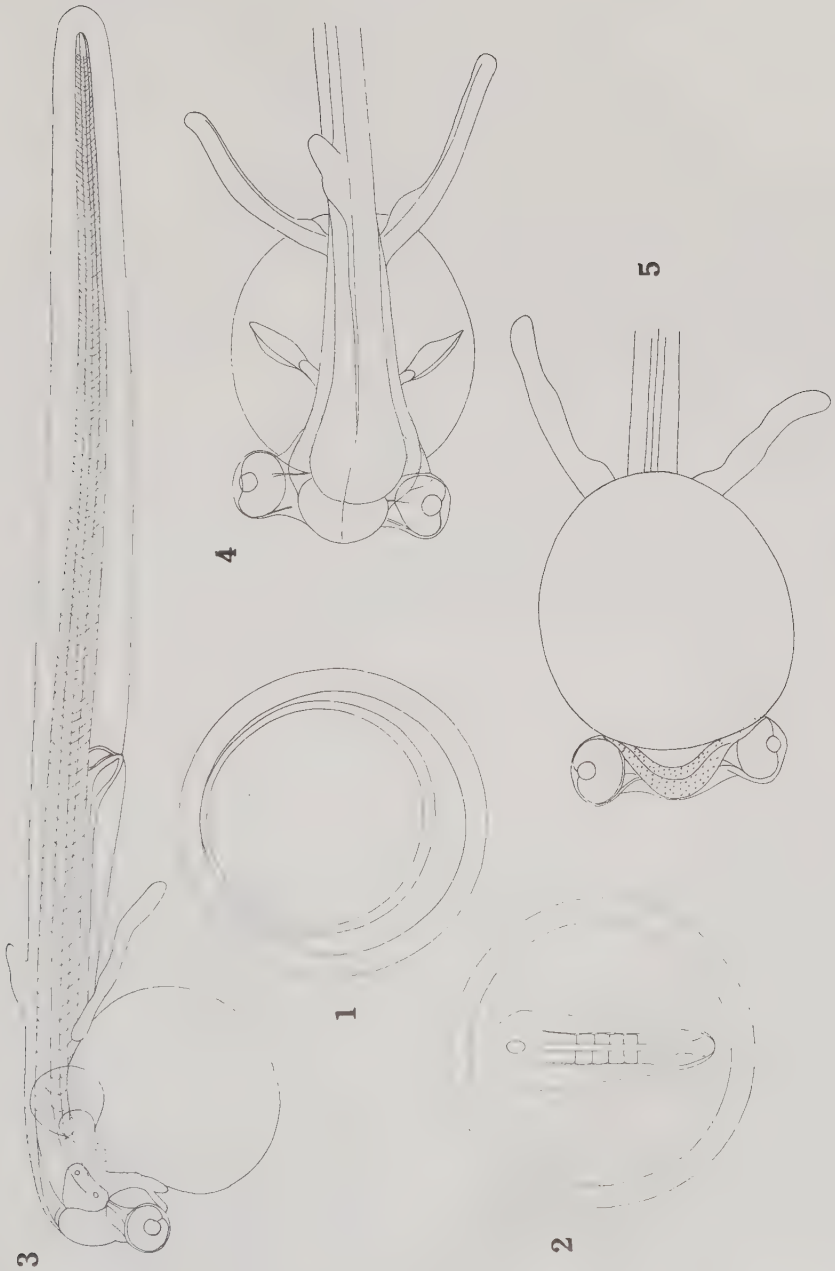


日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

Explanation of Plate 13

II.D, No. 1

Fig. 1. Pelagic egg, blastula stage, 7 h 30 m after collecting, 3.28 mm in diameter.
Fig. 2. 4-myotome stage, about 6.5 days before hatching, 26 h 50 m after (24–32°C).
Fig. 3. Larva newly hatched, 11.95 mm in total length, myotomes 28+95—100.
Fig. 4. Ditto, dorsal view.
Fig. 5. Ditto, ventral view.



日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

Explanation of Plate 14

III.A, No. 1

Fig. 1. Pelagic egg, embryo formation, 3 h 30 m after collecting, 1.84 mm in diameter, oil globules 0.03–0.08 mm, hexagonal meshes of the egg membrane 0.034–0.05 mm.

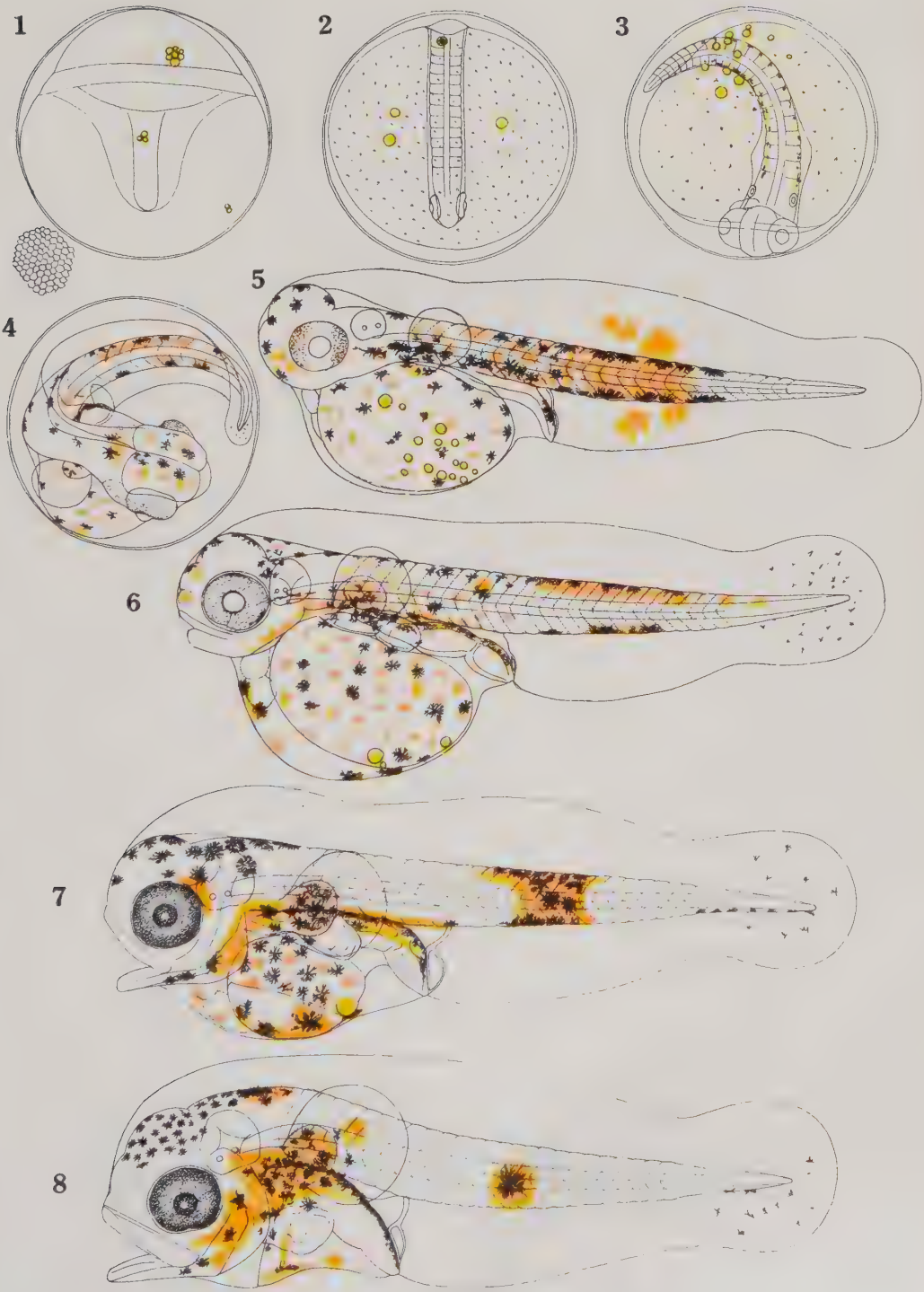
Fig. 2. 12–myotome stage, appearance of melanophores, 9 h 30 m after.

Fig. 3. 21–myotome stage, 27 h after.

Fig. 4. Shortly before hatching, 92 h after (18–25°C).

Fig. 5–7. Larva just hatched, showing the various developmental stages at hatching, total length (mm) is 3.68, 4.20 and 4.38 respectively, number of myotomes is 9+16=25, 10+16=26 and 9+17=26.

Fig. 8, Larva 3 days old, 3.90 mm in total length, myotomes 8+17=25.



日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

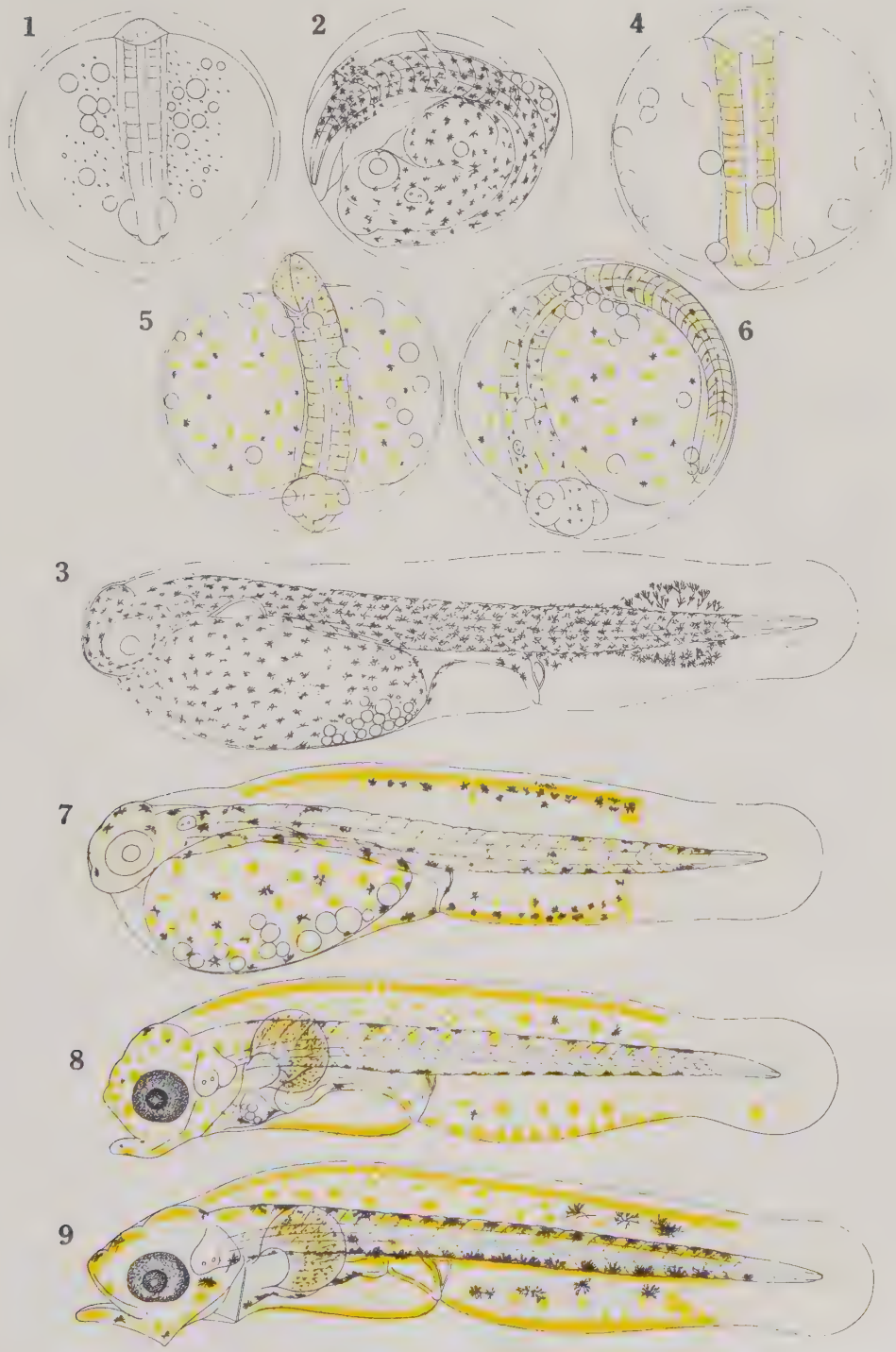
Explanation of Plate 15

III.B, No. 1

Fig. 1. Pelagic egg, 2 h 30 m after collecting, 1.84 mm in diameter, oil globules 0.05–0.17 mm.
Fig. 2. Shortly before hatching, 2 days after (22–27°C).
Fig. 3. Larva newly hatched, 5.28 mm in total length, myotomes 15+13=28.

III.C, No. 5

Fig. 4. Pelagic egg, 3 h after collecting, 0.95 mm in diameter, oil globules 0.03–0.08 mm.
Fig. 5. Appearance of melanophores, 7 h after.
Fig. 6. 7 h before hatching, 19 h after (23–24.2°C).
Fig. 7. Larva just hatched, 2.67 mm in total length, myotomes 11+18=29.
Fig. 8. Larva 2 days old, 3.18 mm in total length, myotomes 10+19=29.
Fig. 9. Larva 3 days old, 3.26 mm in total length, myotomes 10+18=28.



日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

Explanation of Plate 16

III.C, No. 1

Fig. 1. Pelagic egg, appearance of xanthophores, 6 h after collecting, 0.98 mm in diameter, oil globules 0.02–0.12 mm.

Fig. 2. 15 h after.

Fig. 3. About 1 day before hatching, oil globules united into one (0.18 mm in diameter), 28 h after (21–24.5°C).

Fig. 4. Larva just hatched, 3.54 mm in total length, myotomes 25+17=42.

Fig. 5. Larva 1 day old, 3.60 mm in total length, myotomes 25+17=42.

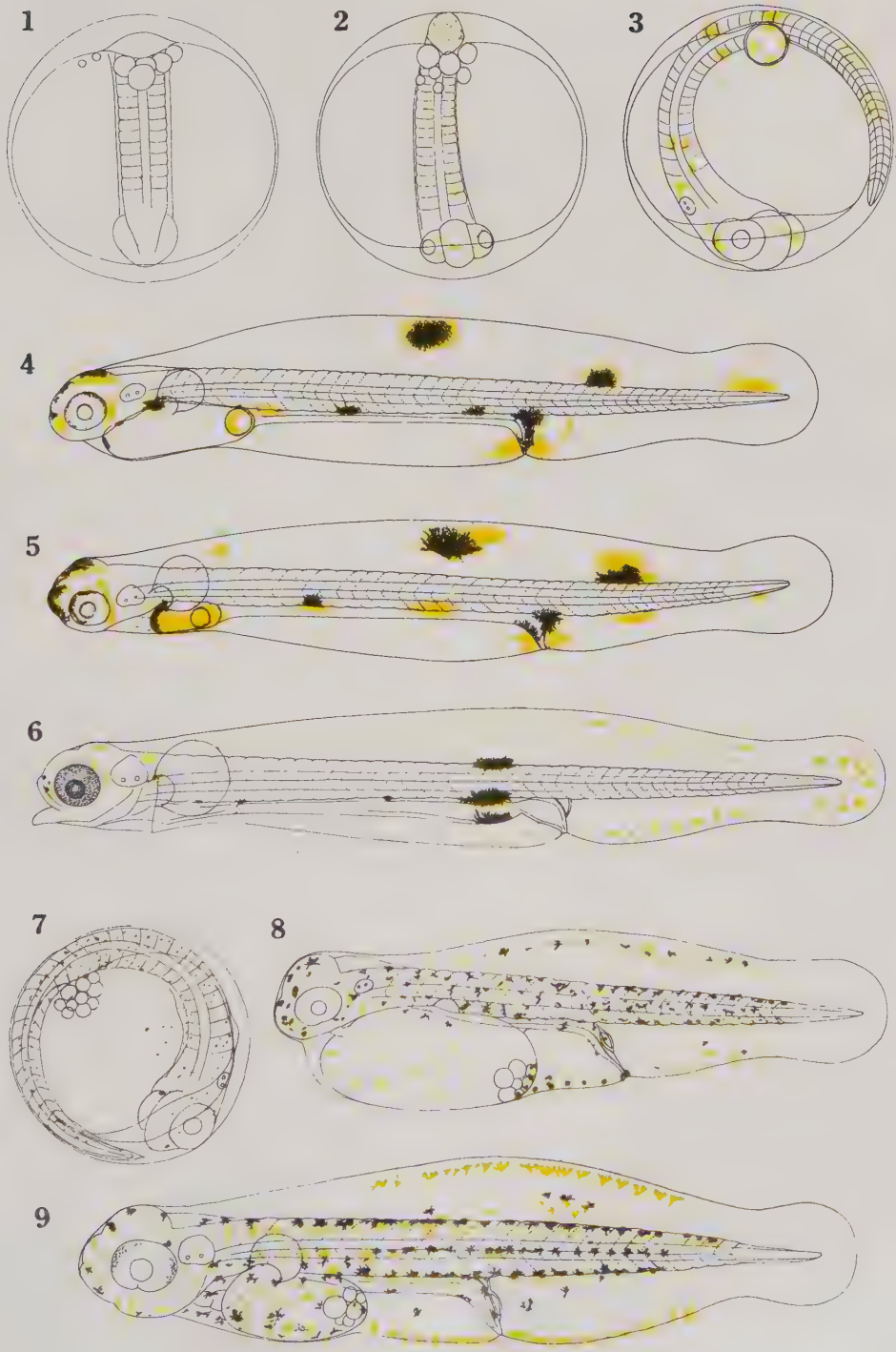
Fig. 6. Larva 2 days old, 3.84 mm in total length, myotomes 25+16=41.

III.C, No. 2

Fig. 7. Pelagic egg, 3 h 30 m after collecting, 6 h before hatching, 1.49 mm in diameter, oil globules 0.07–0.12 mm (23–27.2°C).

Fig. 8. Larva just hatched, 3.89 mm in total length, myotomes 13+13 =26.

Fig. 9. Larva 1 day old, 4.02 mm in total length, myotomes 11+15=26.



日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

Explanation of Plate 17

III.C, No. 3

Fig. 1. Pelagic egg, 3 h 45 m after collecting, 5 h before hatching, 1.03 mm in diameter, oil globules 0.05–0.12 mm (27.4–28.4°C).

Fig. 2. Larva just hatched, 2.85 mm in total length, myotomes 12+13=25.

III.C, No. 4

Fig. 3. Pelagic egg, appearance of melanophores, 5 h after collecting, 0.89 mm in diameter, oil globules 0.04–0.07 mm.

Fig. 4. 7 h before hatching, 8 h after (26–27°C).

Fig. 5. Larva just hatched, 2.48 mm in total length, myotomes 12+19=31.

III.C, No. 6

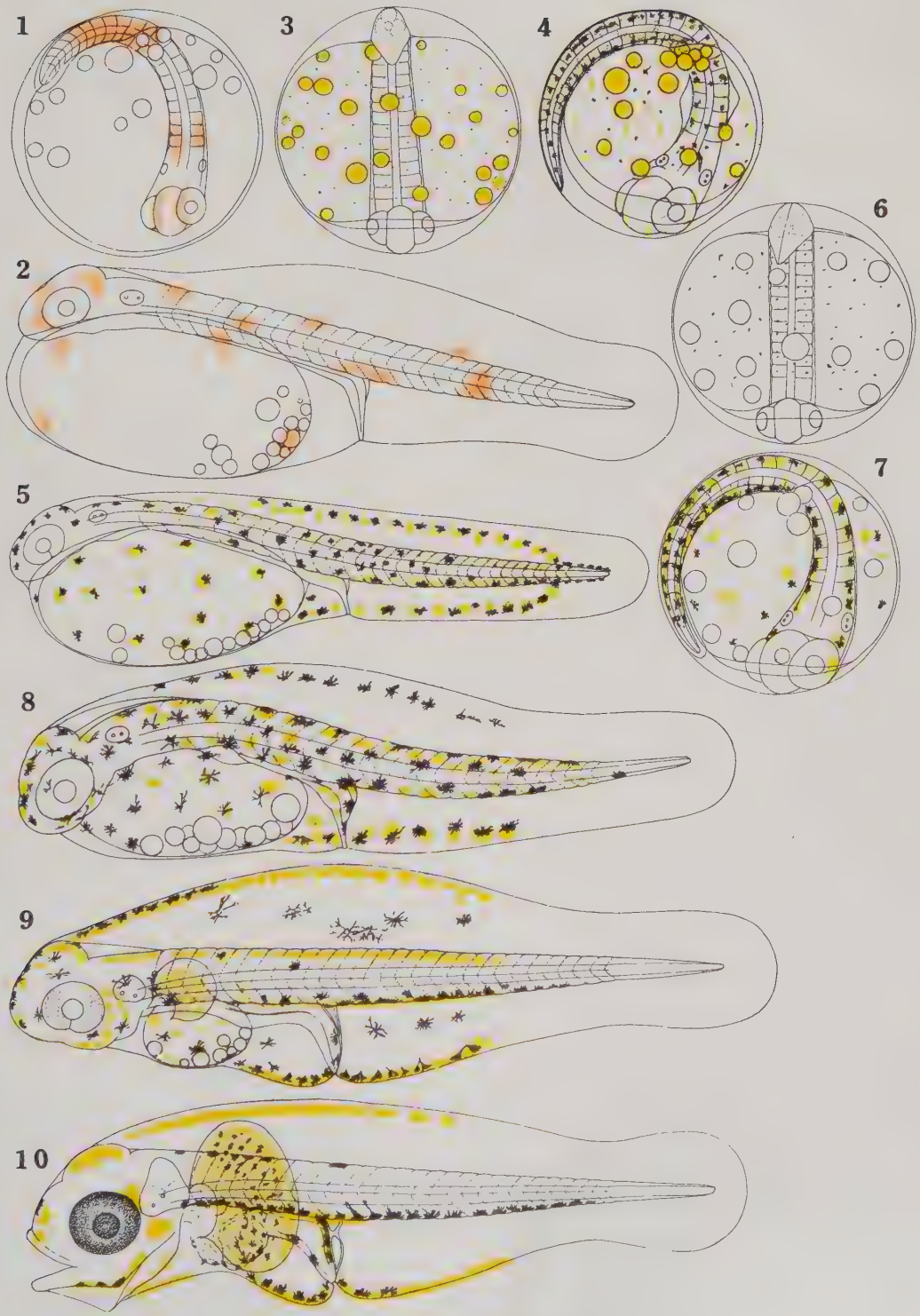
Fig. 6. Pelagic egg, appearance of melanophores, 8 h after collecting, 0.93 mm in diameter, oil globules 0.06–0.10 mm.

Fig. 7. 5 h before hatching, 22 h after (24.8–27°C).

Fig. 8. Larva 4–5 h after hatching, 2.49 mm in total length, myotomes 11+17=28.

Fig. 9. Larva 1.5 days old, 3.04 mm in total length, myotomes 10+18=28.

Fig.10. Larva 2 days old, 2.94 mm in total length, myotomes 9+18=27.



日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索

流れ藻の海藻学的研究–IV

流れ藻調査資料から見たホンダワラ類の生長

瀬川宗吉・沢田武男・檜垣正浩・吉田忠生

Studies on the floating seaweeds - IV

Growth of some sargassaceous algae based on the material secured from floating seaweeds

Sokichi Segawa, Takeo Sawada, Masahiro Higaki and Tadao Yoshida

九州大學農學部學藝雜誌, 第17巻 第4号, 別刷, 昭和35年3月31日

Reprinted from the Science Bulletion of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, vol. 17, no. 4, March 31, 1960

流れ藻の海藻学的研究—IV[1]

流れ藻調査資料から見たホンダワラ類の生長[2]

瀬川宗吉・沢田武男・檜垣正浩・吉田忠生

Studies on the floating seaweeds-IV
Growth of some sargassaceous algae based on the material secured from floating seaweeds

Sokichi Segawa, Takeo Sawada, Masahiro Higaki and Tadao Yoshida

ホンダワラ類の生長に関する知見は，流れ藻の季節的な消長を理解する上に必要と考えられるが，潮間帯のヒジキ（片田 1941，須藤 1951）を除き天然群落の直接の調査はこれまで報告されていないようである．このことはホンダワラ類の大部分が漸深帯に生育するため，その継続観察が容易でないことに起因するものであろう．

筆者等は前述のような観点から，まず 1957～8 年の流れ藻調査の資料によつて，比較的材料の多い 6 種類につき調べてみた．以下それについて報告したい．

本文に入るに先立ち，本研究に色々と便宜を計つて下さつた 九大水産実験所長内田恵太郎教授並びに所員の方々に深謝する．

材料及び方法

ここで取扱つたホンダワラ類の材料は第 1 報に報告した流れ藻調査資料の一部で，津屋崎近海において 1957 年 3 月から 1958 年 3 月までに採集された材料である．

調査資料の個体のうちから完全なものだけ，すなわち根のあるものをひろい上げた．その他に殆ど完全なもの，すなわち根の近くで切れたものもこれに加えた．なお材料の少ないものでは非常に長い個体，すなわち主枝で切れたもののうち長めのものも用いた．

体長の測定には折尺を用い，5 cm 単位で記録した．それを 10 cm 単位でまとめて各回ごとに体長組成をしらべ，その周年変化を Figs. 1～3 に示した．ここで黒い部分の幅は個体数を示している．

生長を問題とする場合，重量ももちろん考慮すべきことであるが，流れ藻の材料では切れた部位の違いによつて，その重量が甚しく差異がありすぎるので，ここでは個体の長さだけを取り上げて考察した．

結　　果

ヤツマタモク *Sargassum patens* は流れ藻として周年出現するものであり，各月の体長組

1) 九州大学農学部水産学教室業績，九州大学農学部付属水産実験所業績．
2) 内容の一部は，日本水産学会昭和 33 年度年会（1958 年 4 月，東京）で発表した．

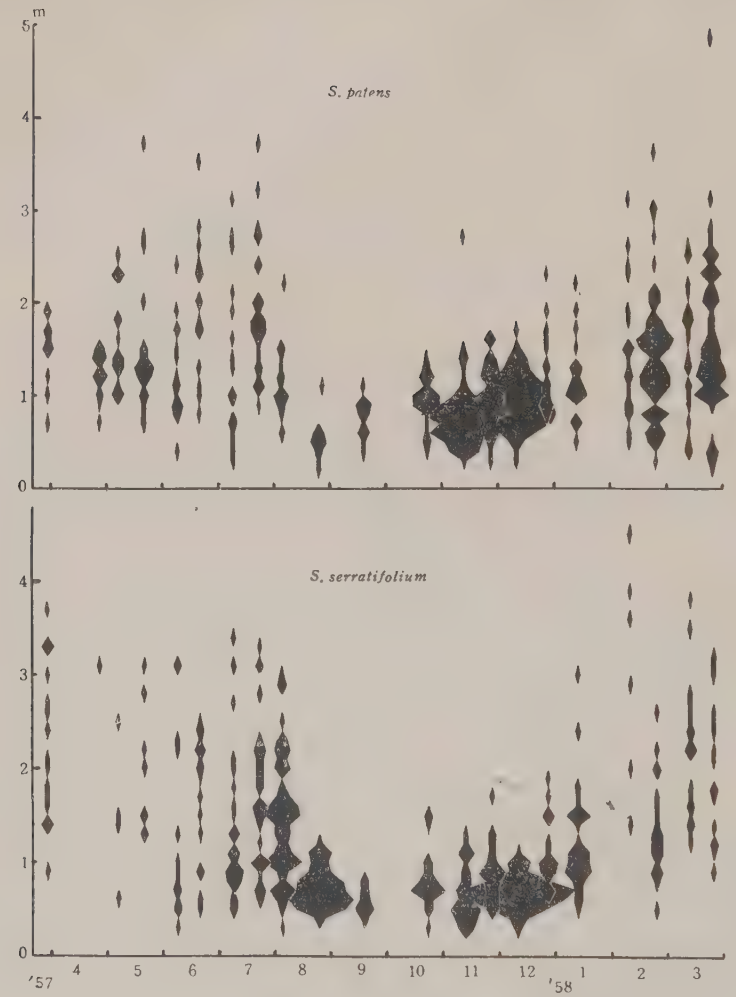


Fig. 1. Diagram showing the seasonal changes in size composition of two perennial species of *Sargassum*; the material, collected from floating seaweeds twice a month, was measured in length and the number of individuals was expressed in the figure by the width of each column. No significant interval will be noticed in two species between the time of fruiting and the appearance of young individuals.

成を Fig. 1 に示す．すなわち，8 月頃に 50 cm くらいの若い個体が現われはじめ 2 ～ 3 月までに 1 ～ 2 m くらいまで生長し，その後生長は一応止まるかまたは非常にゆるやかになり，4 ～ 5 月に生殖器床ができ，7 月頃までに凋落するもののようである．本種は 1 m くらいになるとされているが，筆者等の 1958 年 1 月12日の採集品には，6.7 m に及ぶものがあつた．

ノコギリモク *Sargassum serratifolium* は Fig. 1 に見られるように周年流れ藻として出現する多年生ホンダワラ類である．50 cm ばかりの若い個体が流れ藻として現われたのは

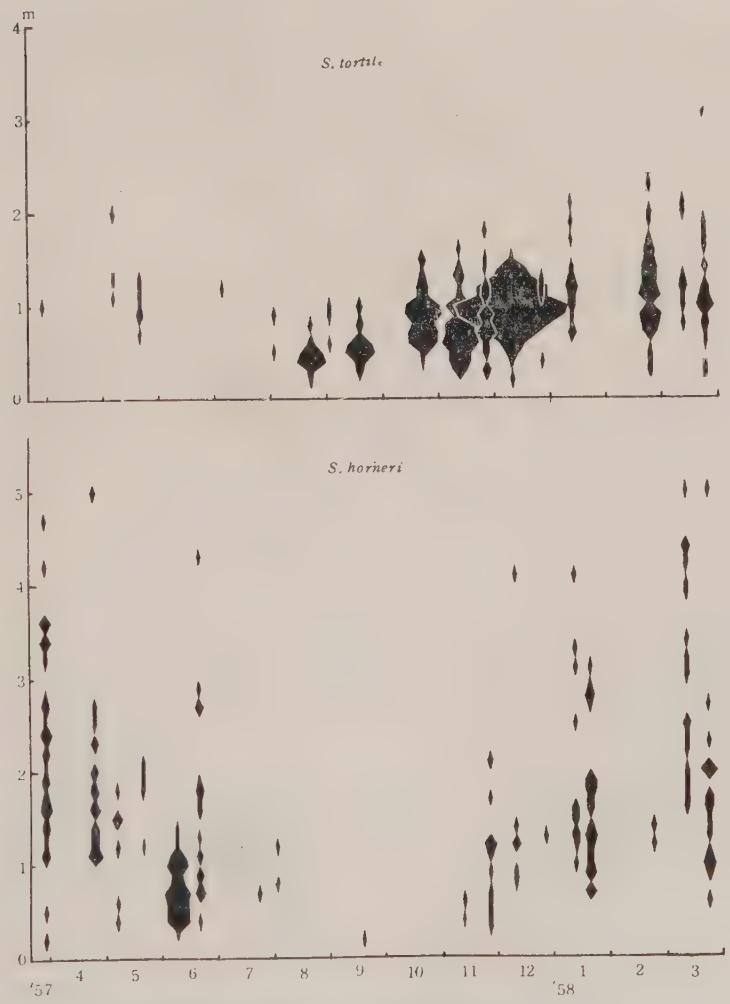


Fig. 2. The same diagram as Fig. 1 for perennial *S. tortile* and annual *S. horneri*. The same time interval for the former species will be noted similar to that shown in Fig. 1, but for the latter extended as long as nearly three months.

9月で，翌年3月頃までに1～4mくらいに生長し，7～8月の最も多く出現する時期を境として凋落するものと考えられる．採集品中最大のものは 5.5 m であつた．

ヨレモク *Sargassum tortile*（Fig. 2）は夏から初春にかけて流れ藻に現われる．若い個体，すなわち 50 cm ばかりのものが現われはじめるのは7～8月で，1月頃までに1～1.5 mくらいになり，そこで成熟し，程なく凋落してしまうものらしい．ふつう2mくらいに達するものとされているが，3.05 m に達するものがあつた．

アカモク *Sargassum horneri* は第1報（瀬川・沢田・檜垣・吉田 1959a）に示したように，冬から春の終りにかけて大量に流れ藻になる一年生のホンダワラ類である．Fig. 2 に

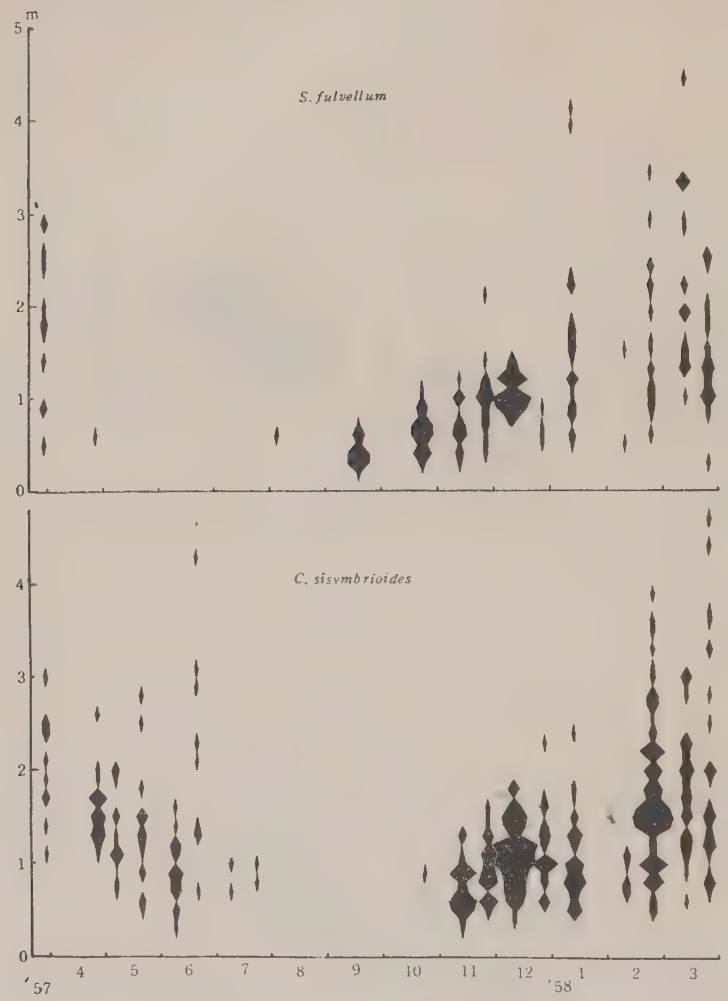


Fig. 3. The same diagram as Fig. 1 for annuals *S. fulvellum* and perennial *Cystophyllum sisymbrioides*. The similar time interval will be noticed for the former species as for *S. horneri* (also annual), but the *C. sisymbrioides*, perennial form, tends to show the extended interval as in annual species of *S. horneri* and *S. fulvellum*.

見られるように，8～9月にその若い 50 cm 内外の個体が少し現われ始め，冬の終りに通常 3～5 m に達し，3～5 月に成熟凋落するものである．筆者等の採集品中，最も長いものは 8.4 m であり，流れ藻として採集した 20 種近くのホンダワラ類の中で（第1報），最も大きくなると考えられるものは本種である．

ホンダワラ *Sargassum fulvellum* はアカモクと殆ど同時期に，相当量流れ藻に出現する一年生のホンダワラ類である．7～8月に若い個体が出現しはじめ，1月の上旬頃までに，ふつう 2 mくらいとなり成熟し，4 月の終りには凋落する．測定材料中最大のものは 4.2 m で

あつた (Fig. 3).

ジョロモク *Cystophyllum sisymbrioides* も冬季，春季に大量に出現する多年生ホンダワラ類の一種である．6～7月にはすつかり凋落し，図にもある如く11月初旬には 1 m 弱のものが見られるようになり，2 月頃に一応伸長を終り成熟期に入ると考えられる．いつぱんに 2 m くらいになるとされているが，5.7m に達するものがあつた (Fig. 3).

考　　察

ここで用いた材料は津屋崎付近で流れ藻として得られたもので，第1報ですでに述べたように，これらのホンダワラ類の個体は，おそらく津屋崎を中心とした九州北部海域の各所の群落のものが，混在していると考えられる．このため，ここに述べた結果は，これら九州北部海域の広い範囲の群落のホンダワラ類の生長に関して，平均的な傾向を示しているものであろう．

ホンダワラ類が流れ藻として出現するのは，ここで扱つたすべての種で約 0.5 m 以上のものであつた．このことは発育の初期の個体に浮上の原因となる気胞の発達が乏しいことと，第1報・第3報（瀬川・沢田・檜垣・吉田 1959a, b）ですでに述べたように，流れ藻の形成は機械的に切り離されたものが大部分と考えられるので，一定の大きさになるまではこのような機械力が，強く作用せぬためと考えることができる．それで 0.5 m 以下の初期発育については，流れ藻材料からは資料が得られなかつたが，0.5 m 以上のものについては相当程度もとの個体群を代表するものとして，考えることができると思う．

流れ藻材料から生長状態を観察してみると，変異の幅は大きいが一般に S 字状の曲線にあてはまるように思われる．

そしてホンダワラ，アカモクでは個体の伸長が止るころに成熟期に入り，その他の4種では伸長が止つてから生殖器床が発達するまでに少し期間があるようである．

これら各種の成熟期に関しては第3報（瀬川・沢田・檜垣・吉田 1959b）で述べたが，これと流れ藻の若い個体出現期とを比較してみると，多年生のジョロモク，一年生のアカモク，ホンダワラでは成熟期とこの出現期との間に約3カ月の期間がある．一方多年生のヤツマタモク，ノコギリモク，ヨレモクではその差が少ない．

これはジョロモクを除けば，一年生ホンダワラ類ではそのような長い期間を経過した後，流れ藻として出現する程度の大きさに達するものであると考えられ，多年生ホンダワラ類では生殖器官が成熟する頃には次代の若い枝が発達しはじめているという事実から説明できる．ジョロモクについては更に検討の余地がある．

次にホンダワラ類の各種の大きさについて，遠藤 (1907) および岡村 (1936) の記載と今回得られた結果を比較すると，両者の間に相当大きく違うものがある．ここで筆者等が測定したもののうち，最も長いものの例を遠藤・岡村の記述と比較すると第1表のようになる．

要　　結

本報においては津屋崎付近の流れ藻調査の資料に基づいて，ホンダワラ類の生長につい

Table 1. Size of individual in the major species of Sargassaceous algae.

	Description of Yendo (1907)	Description of Okamura (1936)	Maximum length of individual found floating
Sargassum patens	—	1 m	6.7 m
S. serratifolium	—	2 m or more	5.5 m
S. tortile	8 feet	similar to *S. serratifolium*	3.05 m
S. horneri	16 feet	more than 1.8 m	8.4 m
S. fulvellum	15 feet	a few metres	4.2 m
Cystophyllum sisymbrioides	6.5 feet	up to 2 m	5.7 m

て取扱つた.

その資料は第1報と同じ 1957年3月から 1958年3月に至る月次調査のものである.

ここにとりあげたホンダワラ類の種類は, この海域で流れ藻として重要なヤツマタモク・ノコギリモク・ヨレモク・アカモク・ホンダワラ・ジョロモクの6種である.

生長曲線はこれら6種を通じてS字形である.

ただし 0.5 m 以下のものは流れ藻として, 殆ど出現しない.

成熟期と, この短い個体の出現期との間隔は1年生のアカモク・ホンダワラでは, 3カ月の期間があり, 多年生のものでは多くその間隔が短い.

以上得られた結果はその資料となつた流れ藻の起原と思われる 九州北部海域の天然群落のホンダワラ類の生育状態と, おそらく似たものであろう.

参考文献

片田 実, 1941. ヒジキの生態に関する研究. 植物及動物, 9(8) : 121–124.

岡村金太郎, 1936. 日本海藻誌, 東京.

瀬川宗吉・沢田武男・桧垣正浩・吉田忠生, 1959a. 流れ藻の海藻学的研究–I. 九大農学部学芸雑誌, 17(1) : 83–89.

瀬川宗吉・沢田武男・桧垣正浩・吉田忠生, 1959b. 同上 III. 九大農学部学芸雑誌, 17(3) : 299–305.

須藤俊造, 1951. ヒジキの株の成長について. 日本水産学会誌, 17(1) : 13–14.

Yendo, K., 1907. The Fucaceae of Japan. J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, 21(12) : 1–174.

Summary

The sargassaceous algae, with their usual habitat in the sublittoral zone where only infrequent studies have been made possible, are not well known on their process of growth. The present article contains some analytical studies on the subject based on the material secured from floating seaweeds collected monthly in the water near northern Kyushu lasting about one year from March, 1957. The major species found floating and dealt with here number 6 species:

Sargassum patens, S. serratifolium, S. tortile, S. horneri, S. fullvellum, Cystophyllum sisymbrioides.

The growth curve demonstrated by all the 6 species is sigmoid in shape but the study was not made possible to include young individuals measuring less than 0.5 m in length, which are not occurred in the floating material.

For the annual species, such as *S. horneri* and *S. fulvellum*, there is about three-month-interval between the fruiting period and the occurrence of individual of the small size above mentioned (0.5 m in length), but for the perennial species the same interval is found usually shorter.

Other items as to the growth of each species are shown in the following table.

	Sargassum patens	*S. serratifolium*	*S. tortile*	*S. horneri*	*S. fulvellum*	*Cystophyllum sisymbrioides*
Period of appearence of young short individual	Aug.	Sept.	July	Sept.	Aug.	Oct.
Usual length of mature individual	1–2 m	1–4 m	2 m	3–5 m	2 m	2–3 m
Maximum length of individual	6.7 m	5.5 m	3.05 m	8.4 m	4.2 m	5.7 m
Fruiting period	July–Aug.	July–Aug.	May–Apr.	Mar.–Apr.	Mar.	Mar.–May
Fading period	July–Aug.	July–Aug.	Apr.–May	May	Apr.	June–July

The process of growth thus observed on the present material may be similar to that of sargassaceous algae growing on the coast of northern Kyushu, where the floating seaweeds probably originate.

流れ藻の海藻学的研究–V

津屋崎沖合の流れ藻量の季節的変化

瀬川宗吉・沢田武男・吉田忠生

Studies on the floating seaweeds - V

Seasonal change in amount of the floating seaweeds off the coast of Tsuyazaki

Sokichi Segawa, Takeo Sawada
and Tadao Yoshida

九州大學農學部學藝雜誌, 第17巻 第4号, 別刷, 昭和35年3月31日

Reprinted from the Science Bulletion of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, vol. 17, no. 4, March 31, 1960

流れ藻の海藻学的研究–V[1]

津屋崎沖合の流れ藻量の季節的変化[2,3]

瀬川宗吉・沢田武男・吉田忠生

Studies on the floating seaweeds – V
Seasonal change in amount of the floating seaweeds off the coast of Tsuyazaki

Sokichi Segawa, Takeo Sawada
and Tadao Yoshida

我々が 1957 年 3 月に流れ藻の研究をはじめてから，まず最初の段階としては，流れ藻を構成する種類を中心とした定性的な面におもな注意を向けて来たが，流れ藻の分布状態やその量の季節的な変化などの量的な面については，まだ残されたままになつていた．この観点からの研究の一つの試みとして，1958 年 5 月から 1959 年 6 月までの間，福岡県宗像郡津屋崎と沖の島を結ぶ線を選んで毎月 1 回調査を行なつた．その結果，調査海面に見られる流れ藻の量や分布状態の季節的変化についての知見を得ることができた．

この研究を行なうにあたつて種々の便宜を与えられた九大農学部付属水産実験所長内田恵太郎教授および所員の方々に深謝する．

方　　法

調査したコースは九大水産実験所の所在地である津屋崎から，その北々西約 60 km にある沖の島の間の線である（Fig. 1）．この間を毎月 1 回，九大農学部付属の調査船“わかすぎ”（約 9 tons）で往復し，その間にみられた流れ藻を記録した．船から見えた流れ藻をすべて採集して秤量することはできないので，便宜的に重量によつて下記のような階級に分けて，1 分間に発見された数を記録した．すなわち，1958 年 5 月から 1959 年 1 月までは，1 kg 以下のもの，1～10 kg，10～50 kg，50～100 kg，100 kg 以上のものの 5 階級を用い，後には他の調査との関連もあり，0.1 kgまで，0.1～1 kg，1～10 kg，10～30 kg，30～100 kg，100 kg 以上のように区分した．この調査では船から見えるものを全部数えた．流れ藻が見える海面の幅は天候等によつて一定していないけれども，小さいものでは片舷 10 m 以下であるのがふつうである．記録は 1 分間ごとに行なつたので，結局幅 20 m，長さ約 250 m の面積を単位としていることになる．こうして得られた流れ藻の数に各階級のものの平均的な重量を掛けて推定重量とした．その平均重量についてはまだよく分からないが，

1) 九州大学農学部水産学教室業績および九州大学農学部付属水産実験所業績．
2) 本研究の一部は文部省科学研究費による．
3) 日本水産学会昭和 34 年度年会（1959 年 4 月，東京）で発表した．

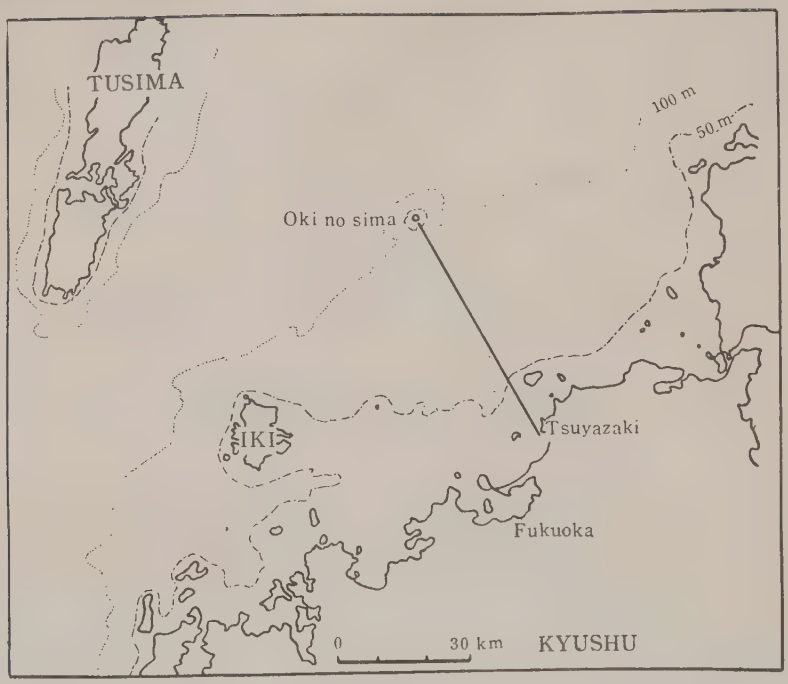


Fig. 1. Map showing the survey course in the water off northern Kyushu and Tusima.

この場合には一応前述した階級の区切りとなる重量を対数の目盛りでとつたときにその中央になるところの重量，たとえば 1～10 kg のものの平均重量としては約 3 kg をとつた．流れ藻の重量とその個数との関係は対数正規曲線になると想定されるので，このような推定重量はすこし過大に評価している疑いがある．

結　　果

上記の調査コースの往路でみられた流れ藻の全量を推定し，図示したのが Fig. 2 である．これによると，季節的に流れ藻の量がいちじるしく変化することが分かる．すなわち 1958 年 5 月にはひじように流れ藻が多く，推定重量約 850 kg あつたものが，6, 7 月には急に少なくなり，8 月から 1959 年 1 月まではごくわずかしかみられなかつた．2 月からは増加しはじめている．そして 5 月には 1000 kg 以上の流れ藻が観察され，6 月にはまた急激に減少して前年と同様な傾向を示している．この中で 9 月には天候が悪かつたため途中から引きかえしているので，この値は確かではない．しかし別に行なつている沿岸部のみの調査でもこの月にその前後の月と比較して特に流れ藻が多いということはない．

次に流れ藻がこの調査したコース上でどのように分布しているかをしらべた．このために，もとのデータは 1 分間ごとの数として得られているが，津屋崎—沖の島間を 10 分間ごとに区切つてその間（距離になおすと約 2.5 km）の流れ藻の推定量を計算し，Fig. 3 に示した．この図の縦軸は距離を表わし，黒い部分の横幅は 10 分間にみられた流れ藻の推定

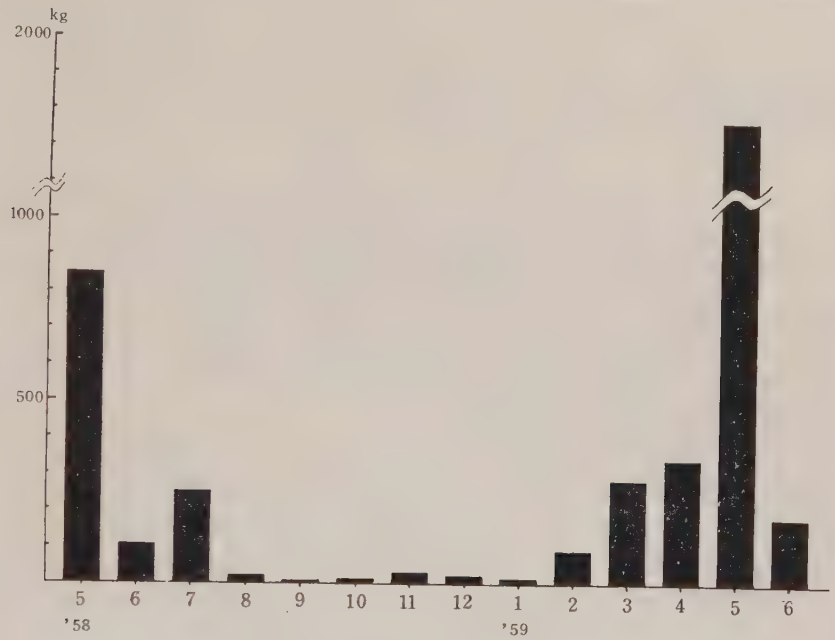


Fig. 2. Seasonal change in amount of the floating seaweeds observed along the course.

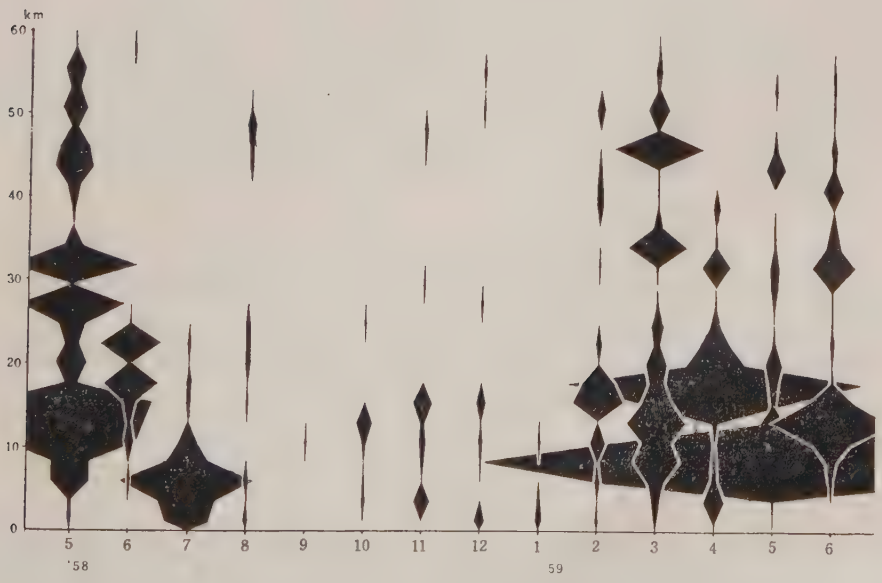


Fig. 3. Seasonal change in the distribution of the floating seaweeds along the course. Dimension expressed in kilometer is the distance from Tsuyazaki.

重量を示している．こうしてみると，流れ藻の多い5月前後には沖合の方にも相当量の流れ藻があつたことがわかり，その他の時期には沖合には少ないことが明らかである．そして，津屋崎沖約 10～20 km のところに特に流れ藻が多く，それより沖の方には少ないようである．

考　　察

この調査コースで得られた結果が津屋崎沖の流れ藻の量的な変化を代表するかどうかという点が問題になる．それは同じ日の往路と復路で流れ藻の量にいく分差があることからも考えられるが，調査コースはこの付近にいつもできる潮目を横切るようになつており，潮目の位置，それに伴つて流れ藻の位置がいろいろな条件で多少移動しても，いちじるしい差はないものと考えられる．またこのような季節的変化の状態は，これまでの調査の際にみとめられた傾向と異なるものではない．

流れ藻の分布状態は海況との関連において考えねばならないが，福岡県北岸の海流については対馬暖流開発綜合調査の1部として福岡水試が行なつた調査の結果（野中・渡辺 1958）が利用できる．これによると，五島列島北部より流入する対馬暖流主流は対馬東水道の最深部を北東進するが，1部は小呂島北部より玄海灘に向つて張り出し，また壱岐西南方で分岐した対馬暖流の支流は壱岐水道を経て玄海灘の 50 m 等深線に沿うて北東進する．したがつて沿岸水とはおよそ 50 m 等深線付近において潮目を形成するとされている．流れ藻は前述のように津屋崎から 20 km 以内のところに多く分布しており，暖流との潮目の内側で，沿岸水の部分に多いといえる．

これまで我々は 1957 年の夏，7～9月にわたつて4回，この海域を調査して沖合，とくに対馬東水道には流れ藻がひじように少ないと結論した（瀬川・沢田・檜垣・吉田 1959）が，これを今回得られた結果と比較すると，夏季は流れ藻が少ない時期にあたつており，とくに沖合に少ない時期であつたことが分かる．第2報で出した結論は夏季については正しいと考えられる．4．5月頃に沖合水の方にも流れ藻が相当量出現することは，如何に解釈すべきか現在のところわからないが，今後の調査によつて明らかにされるであろう．

要　　約

1．津屋崎—沖の島間にみられる流れ藻の量はいちじるしい季節的変化を示し，5月に最も多い（Fig. 2）．

2．流れ藻は沿岸水の部分に多く見られ，沖合水には比較的に少ないが，流れ藻の多い時期には沖合にも相当量の流れ藻がある（Fig. 3）．

参　考　文　献

野中　進・渡辺昭二，1958．福岡県の海況と漁況．対馬暖流開発調査報告書．水産庁，1：123–134．

瀬川宗吉・沢田武男・松田正浩・吉田忠生，1959．流れ藻の海藻学的研究 II．九大農学部学芸雑誌，17(3)：291–297．

Summary

The survey of the floating seaweeds from quantitative point of view, such as the distribution and the seasonal change in amount, had been included in the first step of this series of investigation. An attempt to estimate the amount of the floating seaweeds was carried out monthly from May, 1958 to June, 1959 along a straight line between Tsuyazaki of northern Kyushu and Oki-no-sima Island. The floating seaweeds seen in the sea surface of about 20 metres wide were rated among the following ranks: >1 kg, $1\sim10$ kg, $10\sim50$ kg, $50\sim100$ kg, etc., and then enumerated separately when the survey ship was running along the course. Estimates for the amount in kilogramme of the floating seaweeds were got as the sum of product of number and assumptive mean weight of each rank. The following results were obtained:

1) Amounts of the floating seaweeds observed along the survey course mentioned above showed a considerable seasonal fluctuation, the month of May finding the largest amount (Fig. 2).

2) In general, the floating seaweeds distributed more abundantly in the coastal water, and were rather scanty in the offshore water. However, no small amount of them appeared in the latter water during the season of their larger growing in abundance (Fig. 3).

BIOLOGY OF JAPANESE ANCHOVY, *ENGRAULIS JAPONICA* (HOUTTUYN), IN THE NANKAI REGION (II)

By

Koji Takeshita and Hiroaki Aikawa
(Fisheries Department, Faculty of Agriculture, Kyushu University)

Reprinted from
Records of Oceanographic Works in Japan
Special Number 4
March 1960

Records of Oceanographic Works
in Japan (Special Number 4)
March 1960

BIOLOGY OF JAPANESE ANCHOVY, *ENGRAULIS JAPONICA* (HOUTTUYN), IN THE NANKAI REGION (II)

By

Koji Takeshita and Hiroaki Aikawa

(Fisheries Department, Faculty of Agriculture, Kyushu University)

Only a few works were reported on the maturation of the Japanese anchovy, *Engraulis japonica* (HOUTTUYN), and there remain many problems on its spawning habit.

Present authors report some basic information on the fecundity and spawning of this species. The examined specimens amounted to 250 females among 2000 individuals sampled from commercial catches mainly from the Nankai region and also from the east part of the Naikai since 1953.

Ovaries preserved in 10 percent formalin are weighed, numbers of eggs counted and egg-diameters measured by using the projector (×50) made by the Nippon Kogaku Co.. Total eggs of ovary are evenly spread in petri dish which is divided into the same eight parts. Eggs in a given part of them were counted and this treatment is repeated twice to take the mean of the both as a basic estimate. Matured eggs are ellipsoidal and their lengths of both major and minor axes are measured of eggs on some portions selected at random on the slide glass. The sections of ovary are prepared by the celloidin method and stained by the Haematoxylin-eosin. On the section of eggs, the egg-diameter through the central nucleus can be measured with less error on the minor axis than on the major axis which is variable by cutting direction.

Ratio of ovary weight to the cube of body length, as an index of maturity, changes throughout a year (Fig. 1). There are found two peaks, indicating two main spawning seasons; one is in spring, from March to May, while another in autumn, from August to September. It is also noticed from natural collection by *Asami* (1953), that two peaks exist in the occurrence of pelagic anchovy eggs in the coastal waters off east Kyushu, one in spring and another in autumn.

Based on the frequency distribution of egg-diameter, there are distinguished four types of ovary: Type A has no mode; Type B one; Type C two; and Type D three. The ovary of Type A consists of only a mass of immature eggs (stage 0), which are small, under 0.15 mm. in diameter, spherical, transparent and named cytologically the periferal nucleus stage. The ovary of Type B has a batch just separated from the immature egg-mass, with a mode between 0.25 mm. and 0.50 mm.. Eggs of this batch (stage I) are ellipsoidal, fairly opaque and

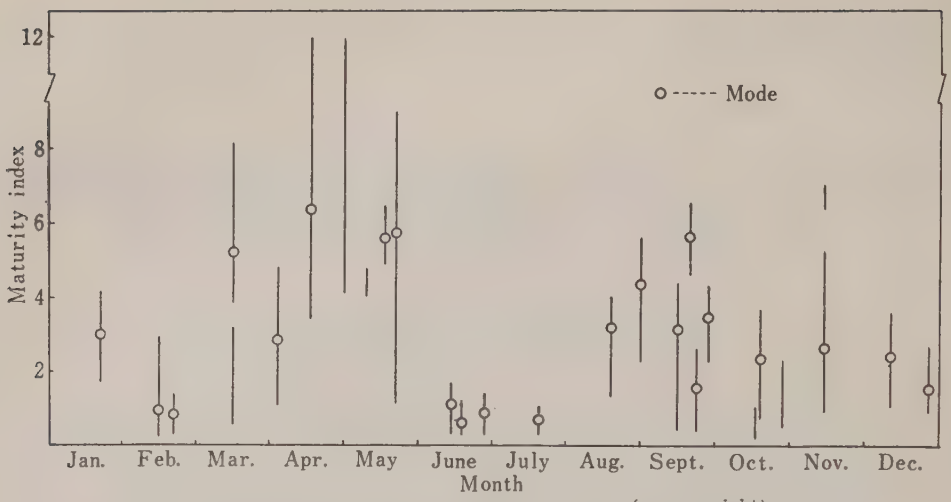


Fig. 1. Monthly changes of maturity index, $\frac{(\text{ovary weight})}{(\text{body length})^3} \times 10^4$

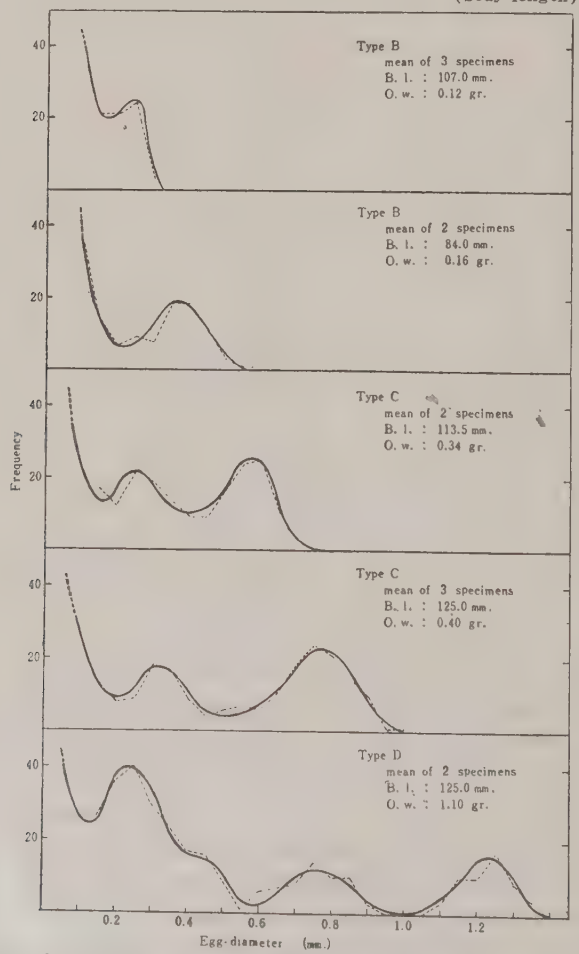


Fig. 2. Types of ovary based on the frequency distribution of egg-diameter

named cytologically the primary yolk globule stage. The ovary of Type C has two batches of egg; the first larger lies between 0.45 mm. and 0.80 mm. in diameter, comprising opaque eggs (stage II), cytologically at the secondary yolk globule stage, while the second smaller (stage I) is just separated from the immature mass. The ovary of Type D has three modes; the first largest develops over 1.00 mm. in diameter and comprises eggs of cytological prematuration stage, the third smallest batch of eggs (stage I) is now separated from the immature, in addition to the second bath (Table 1, Figs. 2 and 3). Females with the ovary of Type D are very rare. Although fully riped eggs just before spawning are hardly observable, eggs at stage III show no remarkable increase in size until spawned, since they are nearly the same in size with pelagic eggs at early stage.

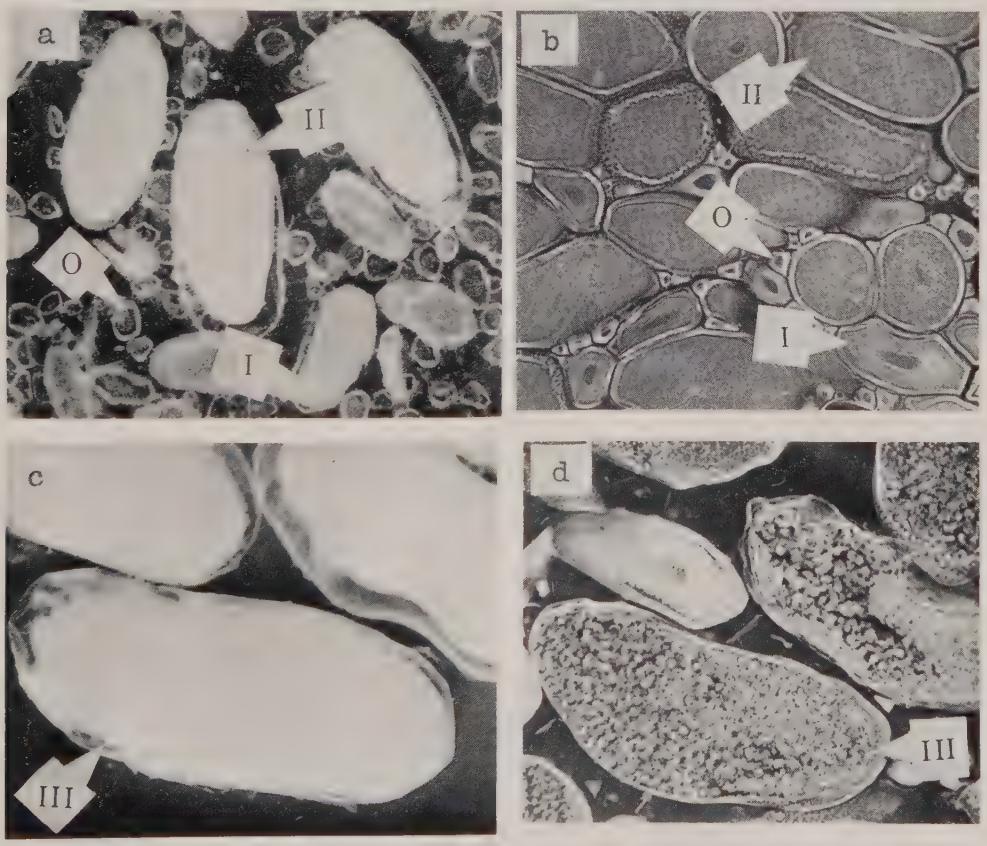


Fig. 3. Photographs of the intraovarian eggs of Japanese anchovy (×50)
a: eggs of stage O–II
b: those sectioned
c: eggs of stage III
d: those sectioned

Table 1. Maturation stage of intraovarian eggs

No. of fish,	No. of eggs examined	Stage (Cytological division)	Diameter (mm.) minor axis	Diameter (mm.) major axis
5	250	0 (Periferal nucleus s.)	< 0.12 (< 0.12)	< 0.12
5	250	0–I (Yolk vesicle s.)	0.10 — 0.14 (0.08 — 0.18)	0.11 — 0.23
5	250	I (Primary yolk globule s.)	0.12 — 0.24 (0.14 — 0.26)	0.22 — 0.50
5	250	II (Secondary yolk globule s.)	0.22 — 0.38 (0.22 — 0.36)	0.44 — 0.84
1	50	II–III (Migrating nucleus s.)	(0.35 — 0.48)	
1	50	III (Prematuration s.)	> 0.43 (0.42 — 0.56)	> 0.96

On the relationship of the major to the minor axes of eggs, there are distinguished three different regressions during stage 0 (immature phase), during stages I and II (developmental phase) and during stage III (spawning phase), with two inflections, one is transitional stage from stage 0 to stage I, cytologically corresponding to the yolk vesicle stage and another is that from stage II to stage III, corresponding to the migrating nucleus stage (Fig. 4).

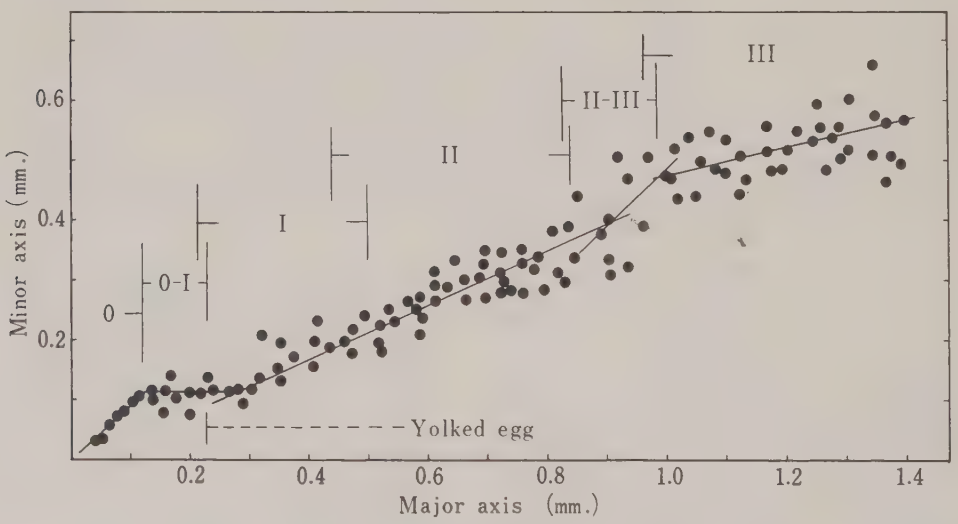


Fig. 4. Relationship of the major to the minor axes of eggs

During spawning season, almost all females under 70 mm. in body length, especially 60 mm., have the ovaries of Type A, while those between 80 mm. and 90 mm. have the ovaries of developmental phase, and in addition, ovaries tend to mature with the increase in body length (Table 2). Ovary of Type A is almost always under 0.1 gr. in weight. Weight of ovary of mature phase is above 0.1 to 1.1 gr., 0.45 gr. on an average.

Table 2. Frequency of ovary type in spawning season

Size group (mm.)	Type A		Type B		Type C (D)	
	n	%	n	%	n	%
80– 90	20	68.7	8	27.6	1	3.4
90–100	16	27.1	33	55.9	10	16.9
100–110	6	8.6	45	64.3	19	27.1
110–120	2	11.1	9	50.0	7	38.9
120–					4 (2)	100.0
Total	44	24.2	95	52.2	41 (2)	23.6

Total number of yolked eggs increases with body length and also the number of mode, while the number of yolked eggs of the first batch remains nearly constant through ovaries of all types, irrespective of number of modes, within the range between 2000 and 6000, about 3500 on an average (Table 3). This suggests that there is neither addition to nor subtraction from each batch during its development and each batch of riped eggs may be spawned at a time. Spawning of this species is multiple and presumably at least three times in one season.

Table 3. Estimates of ovaries

No. of specimens	Size group (mm.)	Weight of ovary		Total No. of yolked eggs		No. of eggs of the first batch	
		Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
	Type B (one-mode)						
1	70– 80		0.10		4808		2780
8	80– 90	0.07–0.37	0.26	2400– 6968	4655	1670–4720	3616
33	90–100	0.07–0.48	0.32	2488–10672	4893	1110–8190	3532
45	100–110	0.07–0.65	0.39	1024–10944	5402	1201–6550	3534
9	110–120	0.18–0.70	0.50	4904– 6664	5789	2080–4510	3637
	Type C (two-modes)						
1	80– 90		0.17		2368		1468
10	90–100	0.23–0.33	0.32	2482– 9896	5260	1560–3580	2644
19	100–110	0.22–0.53	0.38	2992–12768	6155	1620–8880	3672
7	110–120	0.17–0.55	0.35	5152– 7456	6458	1540–5220	3547
1	120–130		0.55		8768		4170
3	130–140	0.17–0.75	0.55	6505–12950	9673	2350–5890	3560
	Type D (three-modes)						
2	120–130	0.50–1.70	1.10	12100–16740	14420	3100–5200	4150

Considering from the differences in the number of vertebral bones and also in the size of the first age-mark on scale, the present authors could distinguish two seasonal spawning groups, one in spring and another in autumn. Broods produced in any season certainly become matured at nearly 100 mm. in body length on an average, about a year after spawned, though they range 70 mm. to 140 mm. due to such causes as (1) long duration of spawning season, (2) multiple spawning and (3) individual variation itself in growth.

Literature

(1) YOKOTA, T. et FURUKAWA, I.: Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 17 (8, 9). (1952)
(2) ASAMI, T.: Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 19 (4). (1953)
(3) AIKAWA, H.: Biology of Japanese anchovy, *Engraulis japonica* (Houttuyn). (1954)
(4) Tokai Regional Fisheries Research Laboratory: Prog. Rept. of Cooperative Iwashi resources investigation. (1955)
(5) Seikai Regional Fisheries Research Laboratory: Prog. Rept. of Cooperative Iwashi Investigation. (1955)
(6) Nankai Regional Fisheries Research Laboratory: Prog. Rept. of Cooperative Iwashi resources investigation. (1956)
(7) Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory: Prog. Rept. of Cooperative Iwashi resources investigation. (1957)
(8) ASAMI, T. et al.: Rept. Nankai Reg. Fish. Res. Lab., 5. (1957)

ON THE GROWTH RINGS FOUND IN THE ROOT OF *SARGASSUM RINGGOLDIANUM* HARVEY (FUCALES)

Tadao YOSHIDA*

(Received April 30, 1960)

In the warmer seas around Japan, where the bottom is rocky or bouldery, the upper sublittoral region, for the most part, is covered with communities of algae of the Sargassaceae. These communities not only present very interesting problems in marine algal ecology, but are also important to fisheries science. It has been found that the floating seaweeds of Sargassaceae, detached from their substrata and floating at the sea surface, are associated with the eggs, larvae and juveniles of many useful fishes[1),2)]. It is of fundamental importance in studying the floating seaweeds, to clarify the rate of renewal, structure and productivity of the communities of Sargassaceae.

When the communities of perennial Sargassaceae are under consideration, it is necessary to know the age of individuals. OKAMURA[3)] discussed the age and longevity of some Sargassaceae and assumed the rings found in the conical root or attaching disc of some species, e.g. *Sargassum ringgoldianum*, to be annual growth rings. But his assumption was not verified. It was already known that certain Laminariaceae have growth rings in their stipes, but these were not regarded as annual rings[4)]. BAARDSETH[5)], however, carried out an investigation on growth rings of *Alaria fistulosa*, and said that the age determination could be made from the rings and the sporophyll scars.

The author has now made a study to determine whether or not age determination can be made using the growth rings found in the roots of certain perennial Sargassaceae, especially of *Sargassum ringgoldianum* growing on the northern and western coasts of Kyushu, Japan.

The author wishes to express his sincere thanks to Dr. S. SEGAWA in the Faculty of Agriculture, Kyushu University for his kind guidance throughout this investigation. Thanks are also due to Prof. K. UCHIDA for his kind encouragement, to Dr. R. F. SCAGEL in the University of British Columbia for his suggestions concerning the manuscript, and to Mr. T. SAWADA and Mr. M. HIGAKI for facilitating the collection of the materials.

* Dep. of Fish., Fac. of Agr., Kyushu University, Fukuoka, Japan (吉田忠生, 九州大学農学部水産学教室).

Contribution from the Dept. Fish., Fac. Agr., Kyushu Univ.

This paper forms a part of a thesis presented for a Master of Agriculture degree at Faculty of Agriculture, Kyushu Univ.

Material

Plants of *Sargassum ringgoldianum* used in this study were collected chiefly at Tsuyazaki, northern Kyushu. They grew in the lower intertidal and upper sublittoral zones of the rocky coast. In addition to these, specimens washed ashore were collected at the above locality and at Tomioka, western Kyushu. The reasons for choosing *S. ringgoldianum* are that (1) it was easier to gather abundant material, because this species forms a consociation at rather shallow places, and (2) the large conical root or attaching disc of this species facilitates the observation of the rings. Collections were made from February, 1957, to April, 1958 once every month or every two months. In spring and summer when a collection is easy to make, all individuals of *S. ringgoldianum* appearing in several quadrats (a quadrat is 0.5 m square) were sampled and examined. But in autumn and winter, individuals of various size were gathered from an indefinite area.

In a cross section of the root, there are concentric zones of dark and pale regions. The dark zone is regarded as a growth ring. In this study, roots were cut longitudinally and showed the ring as seen in a cross section to be made up of pairs of lines (Fig. 1). The pairs of lines were recorded.

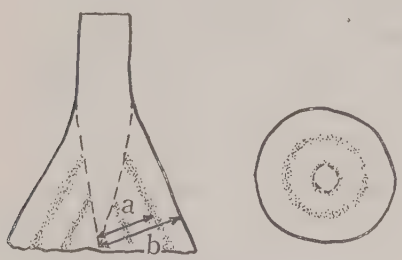


Fig. 1. Sections of the root.

Results and Consideration

(1) The fruiting period of *S. ringgoldianum*

It has been said that *S. ringgoldianum* matures in late spring[6]. The fruiting period of this species is described here in details from the data obtained during the investigation in northern Kyushu.

According to the observations made at Tsuyazaki the reproductive organs were in a very early stage of development on August 11, 1957, but most individuals collected on September 23 were fully mature. In November, almost all branches with receptacles were torn off from the mother plants. The fruiting period of this species is considered, therefore, to be from late August to early October.

The result of examination of floating seaweeds collected near shore at Tsuyazaki showed that *S. ringgoldianum* was abundant among floating seaweeds from July to November, especially from August to September, and was scarce in the other months. Individuals with reproductive organs could be collected at all times from July to November, but in August to September, most individuals had ripe receptacles. Judging from this results, it is concluded that the fruiting period is from July to November[7].

Since the plants collected as floating seaweeds near shore at the above mentioned station may have come from a wide area ranging the coasts of northern and northwestern Kyushu, a direct comparison of the data described above is difficult.

(2) Seasonal changes in external appearance

The external appearance of *S. ringgoldianum* changes seasonally in relation to the fruiting period mentioned above. A brief summary of these changes is presented below. In winter, the cylindrical stem bears some flattened main branches which are rather short in length, the branches bear large linear spatulate leaves, and the vesicles are few in number. When spring comes, the branches increase in length, bear gradually smaller leaves, and at the same time, numerous vesicles are formed. Thus, the length and weight of the individuals, which gradually increase, attain a maximum in the fruiting period. At this time, the apices of the main branches already have begun to form long spatulate leaves. The branches bearing receptacles are torn off at their proximal end by the fruiting period is over. Then the plant again bears only large linear spatulate leaves. The main branches become cylindrical at the proximal end. Thus the stem elongates, and the plant becomes larger.

(3) Changes in the peripheral part of conical root

When the sections of conical root are examined carefully, a zone between the outermost lines or growth ring and the surface of root appears newly formed, since this zone is rather paler in colour than the inner region. Although this zone was more or less similar in width in the plants with same number of pairs of lines or rings at certain time of the year, the width of the zone was found to change seasonally when specimens were compared from collections made at all times of the year. The width of the zone showed little change from spring to summer, but it was very narrow in September. Then it became gradually wider. In order to examine this relationship more closely, the ratio a/b was studied, where a indicates a length between the center of the base and the outermost line, and b represents a length from the center of the base to the surface of root, as seen in Fig. 1. This ratio was measured in the individuals with two or three pairs of lines, and is shown in Fig. 2. This figure shows more distinctly the above mentioned relationship. This index decreased from February to August, rose suddenly in September, and then began to fall thereafter. It is evident from this fact that the formation of the line or growth ring shows a clear periodicity, and that the line is formed between August and September. The period between August and September, when compared with the maturation of this species, coincides

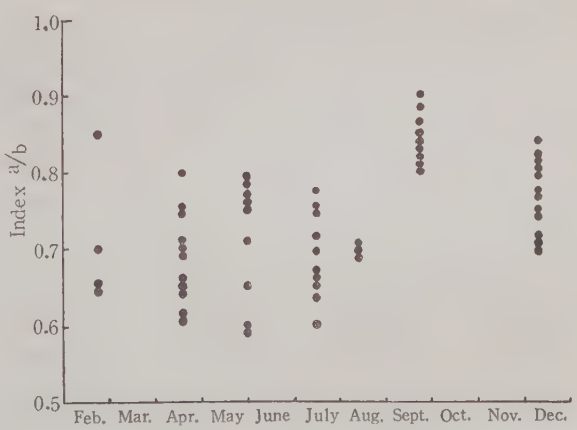


Fig. 2. Seasonal change of index a/b.

with the fruiting period or with the time when the receptacles are fully grown, and large lanceolate leaves of the next year arise from the branches.

The number of pairs of lines was examined in the plants with and without receptacles using the materials collected in September, 1957. Although the data are rather few, the following results were obtained. All the individuals with one pair of lines were without reproductive organ. While in a group of individuals with two pairs of lines, about half of them had attained complete maturity, and the rest of them were sterile. All plants with more than three pairs of lines had many receptacles on them. These data are summarized in Fig. 3. From this, it can be said that the individuals of this species begin to reproduce in the second year of growth.

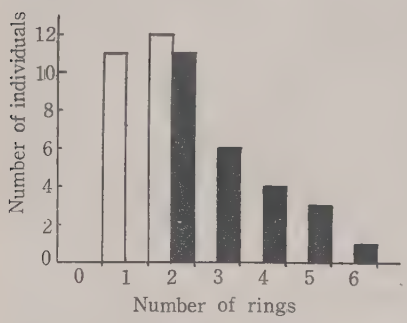
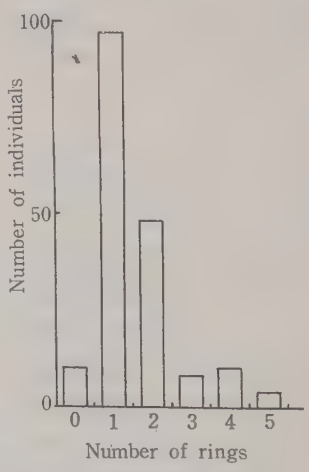


Fig. 3. Age composition of *S. ringgoldianum* collected in September. Open column indicates immature individuals; solid column indicates mature plants.

(4) Age composition of the *S. ringgoldianum* population

The age composition of the plants constituting *S. ringgoldianum* consociation is described here from the data obtained in April, 1957. The survey was carried out on the plants appearing in four quadrats of 0.5 m square. Twenty-three to 72 individuals (mean value of 41) were seen in these quadrats. The age composition of these individuals is shown in Fig. 4. Plants without a pair of lines or growth ring seem to be rather few in number. This is perhaps due to the fact that the shade effect caused by the development of the upper layers in *S. ringgoldianum* consociation made unsuitable conditions to the growth of the next generation. It is not thought to be caused as a result of an error in reading the ring number. However, this point needs further study. It is considered that the omission of individuals from the community of this species is chiefly due to wave action, which tears the plants from the subtratum. In order to determine the omission rate of individuals, the pairs of lines were examined in the plants which were cast ashore at Tomioka, Kumamoto Pref. The results are presented in Fig. 5. It is evident from this figure that the omission of individuals as a result of wave action more frequently occurs among the older plants and less in those which have two or less pairs of lines.



Fg. 4. Age composition of the plants in the natural habitat.

(5) Histological observation of the growth ring

Structure of the pairs of lines or growth rings found in the conical root of this species was studied histologically. The stem runs through longitudinally in the center, becomes gradually slenderer downwards and terminates in the center of the base (cf. Fig. 1). From the lower part of the stem, filaments of about 20μ diameter, which constitute the bulk of the tissue of conical root, are radially oriented, and run horizontally. From them, hyphae of similar diameter grow downwards. The cells of the radially arranged filaments become shorter in length near the surface, and distally these make up several layers of cells, which contain chromatophores (Fig. 6). These cells of the peripheral layer comprise the meristoderm, and divide to bring about surface growth. The dark part, which is apparent as a line or a growth ring with the naked eye, contains a greater amount of pigment than do the other tissues, but there are no differences in the size and mode of arrangement of cells.

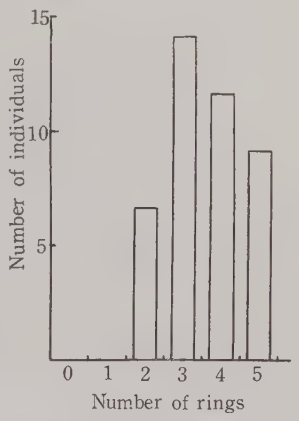


Fig. 5. Age composition of individuals cast up ashore.

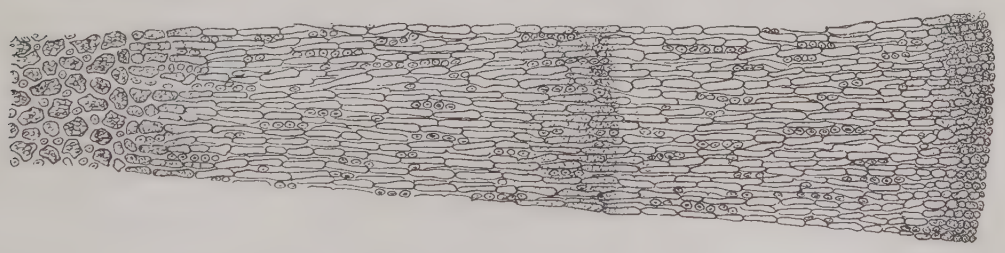


Fig. 6. Cross section of the root. ca. ×20.

Conclusion and Summary

The growth rings of *S. ringgoldianum* were investigated with special reference to age determination, using material collected mainly at Tsuyazaki, northern Kyushu, Japan.

It is clear that the growth ring is formed periodically once a year, between August and September, therefore it is concluded that the ring can be called an annual ring.

One year old plants do not bear reproductive organs. In individuals of two years old, about half attain maturity, and the rest remain immature. All the plants of more than three years old bear receptacles in late summer.

The longevity of this species is considered to be six or seven years, since plants with five pairs of lines are seen in specimens growing in the intertidal zone and six pairs of lines are counted in specimens cast up from deeper water.

References

1) Uchida, K. and Y. Shozima: *This Bull.*, **24**, 411 (1958).
2) Kimura, K., H. Hotta, S. Fukushima, S. Odate, A. Fukuhara, and M. Naito: *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, **12**, 28 (1958).
3) Okamura, K.: *Journ. Imp. Fish. Inst.*, **14**, 1 (1919).
4) Oltmanns, F.: Morphologie und Biologie der Algen, II Aufl., Band 2, Jena (1922).
5) Baardseth, E.: in the Second International Seaweed Symposium, (1956).
6) Okamura, K.: Icones of Japanese Algae, **5**, 32 (1924).
7) Segawa, S., T. Sawada, M. Higaki, and T. Yoshida: *Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, **17**, 299 (1959).

Department of Fisheries
Chemical Section

立塩用食塩水の簡易回収法

榎本則行・泉外喜雄・富安行雄

日本水産学会誌
第二十六巻 第三号 別冊
昭和三十五年三月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 26, No. 3, March 1960.

立塩用食塩水の簡易回収法

榎本則行・泉外喜雄・富安行雄

(1959 年 12 月 17 日受理)

A SIMPLE METHOD OF REGENERATING THE SALINE SOLUTION USED IN BRINE SALTING

Noriyuki Enomoto, Tokio Izumi and Yukio Tomiyasu*

A saline solution once used in brine salting is usually considered to be out of use, because the bacteria and the soluble matters from fish body are liable to bring about such a bad effects on the fish brined in the used solution that degrade the quality of the product. However, as a saline solution once used still contains a large quantity of salt, it is uneconomical to abandon the solution after using it only one time. In this point of view, the authors have devised a simple method of regenerating the used saline solution. This method and the results are outlined as follows:

1) After adding N/5 HCl at the rate of 0.9~1.0 cc. to 10 cc. of the used saline solution, the mixture is boiled for 30 min. and then added with 2% Japanese acid clay. The filtrate obtained in this way is available again for salting after adjustment of its salt concentration.

2) For convenience' sake, the filtrate is generally made saturated with common salt, from which saline solutions of desirable concentrations for reuse can be readily prepared by dilution.

3) The ratio of N/5 HCl to be added is constant irrespective of the concentration of used saline solution.

4) The result of application of regenerated saline solutions to salting test indicates that there is hardly any difference in quality between the products brined in the regenerated saline solution and those in the new saline solution. Dissolution of tasteful matters such as amino acid from fish body into the saline solution can be depressed.

現在一般に行われている塩蔵法には立塩法と撒塩法とがあり，この両者を併用する方法も行われているが，それぞれ一長一短は免れない。立塩法は食塩液が一様の濃度を保つので，食塩の滲透がほぼ均一で食味，外観，歩留りも良好，食塩濃度も任意に調節し得る等の長所を有するが，用塩量が大で大型容器を要する欠点もある。立塩法では使用食塩水を塩蔵の度に更新する場合と同一の食塩水を反覆使用する場合がある。同一食塩水を反覆使用すれば使用食塩量の節約と同時に蛋白質その他の溶出成分を飽和状態に達せしめ，爾後これら成分の溶出を減少させ香味を良好にする場合もあるが，逆に不快臭が抜けない欠点がある。また老化食塩水には腐敗細菌も相当に存在し，これが蛋白質を分解し NH_3 その他の分解生成物を生じて悪臭を発し，つぎの塩蔵の際に魚体に附着して不良品を作ることが多い。したがつて立塩漬では常に新しい食塩水を用いることが推賞されている[1]。

しかし一度使用した食塩水はなお多量の食塩を含有し，これをそのまま廃棄することは大きな損失で，これが活用については当然考慮さるべきである。立塩用老化食塩水の再使用を企てるに当つては，溶出成分を完全に除去できれば理想的であるが，主体となる溶出蛋白質を完全に除去し，さらにでき得れば VBN (揮発性塩基窒素)，アミノ酸等の除去が望ましい。この際問題になるのは老化食塩水中の腐敗細菌で，塩蔵中の魚体におよぼす悪影響を最小限に止どめねばならない。したがつて本研究は溶出蛋白質の除去，細菌数の減

* 九州大学農学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem. Fac. Agr. Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

少に重点を置いてなされた。

実 験 方 法

1) 原料魚としては市販のマイワシを用い，3% 食塩水で魚体表面を洗滌後，開腹せず，全魚体のまま立塩漬を行つた。食塩は市販の粗製塩を使用し，所要濃度に調製後沪過した。

2) 定 量 法

a) NaCl: N/10 $AgNO_3$ を以て滴定した値をそのまま NaCl に換算した。

b) 蛋白態窒素: 食塩水 100cc に 20% trichloroacetic acid 10cc を加えた際に生ずる沈澱を KJELDAHL 法で測定した。

c) アミノ態窒素 (NH_2-N): 除蛋白後の沪液に 10% K_2CO_3 および 15% $K_2(COO)_2$ を加えて 45°C で 90 分間通気後，VAN SLYKE 法で測定した。

d) 揮発性塩基窒素 (VBN): CONWAY の微量拡散分析法によつた。

e) pH: ガラス電極 pH メーター (日立製 EHM-1) を用いた。

f) 細菌数: Bouillon 寒天および 10% 食塩含有 Bouillon 寒天培地にそれぞれ稀釈法により培養したものの 48 時間後の colony 数を計測した。

実験結果および考察

I. 食塩水可溶蛋白質の等電域

食塩水可溶蛋白質の除去に当つては，pH を等電点に調節することが最も簡便であると考え簡易な滴定曲線による等電域測定法[2] を実施した。すなわち N/50 HCl 5cc に使用食塩水 5cc, 10cc, 15cc をそれぞれ加え，この各混合液に N/50 NaOH を 0.5cc ずつ加えてその都度混合液の pH を測定した。N/50 NaOH の添加量と pH の変化との滴定曲線を画き，2～3 曲線の交点を求めてその等電域とする方法である。

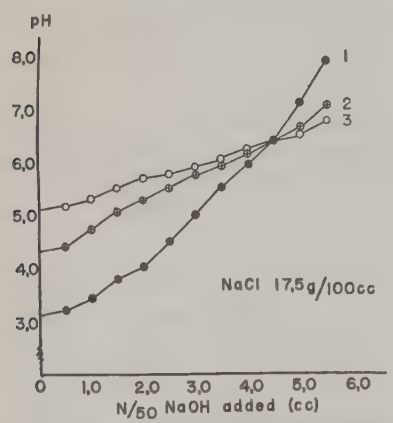


Fig. 1. Isoelectric zone of the protein dissolved into the brine from sardine.
1. N/50 HCl 5cc+Brine 5cc
2. N/50 HCl 5cc+Brine 10cc
3. N/50 HCl 5cc+Brine 15cc

鰯 (350g, VBN 11.4mg%) を約 20% の食塩水 700cc に室温 (13～22°C) で 24 時間浸漬後，食塩水について上記の方法で等電域を求めた。結果を Fig. 1 に示した。

これによると等電域は pH 6.38～6.40 にある。しかし使用後の食塩水の pH は 6.35 でほとんど一致していた。しかも食塩水は幾分濁つてはいるが沈澱は生じていないし，pH を 6.40 に調整しても変化はなかつた。この液の食塩濃度は 17.5g/100cc であつたから，このような高濃度の塩溶液中では，前記のごとき方法で求めた等電域は溶解蛋白質の最大沈澱を生ぜしめる pH を示していないことが分る。しかし pH を適当に調整すれば多量の蛋白沈澱を生ぜしめることが可能なことが分つたので，色々な食塩濃度において溶解蛋白質が最大不溶解性を示す pH を求めることが必要となつた。

II. 食塩水可溶蛋白質の除去

溶出蛋白質の最大不溶解性を示す pH は食塩濃度によつて変化すると考えられるので，約 5%, 10%, 15%, 20%, 26% の食塩水を用い，前回と同様の塩蔵を行つた。一例として 20%, 26% 食塩水中の溶出成分の測定値を Table 1 に示した。蛋白質以外にもかなりの溶出成分が認められる。

塩蔵後の食塩水 10cc に対し，N/5 HCl を添加した際の添加量と析出蛋白質の変化は Fig. 2 のごとくである。蛋白質の析出量は光電光度計を用いて $-\log T$ で表わした。すなわち $-\log T$ の大なるほど析出

Table 1. Some characteristics of the brines used at different concentrations in fish salting.

Hour of dips	Brine							Fish (Sardine)	
	NaCl g/100cc	Volume cc	pH	Protein-N mg%	VBN* mg%	NH_2-N mg%	Bacterial count /cc	Weight g	VBN mg%
0	21.9	780	7.34	0	0	0		390	11.8
20	17.1	794	6.32	13.1	3.43	16.7	8.6×10^4～1.2×10^5	380	16.1
0	28.9	590	7.22	0	0	0		295	11.8
20	25.5	610	6.12	11.6	2.37	15.9	8.6×10^4～9×10^4	281	15.6

Fish : brine = 1 : 2 (in weight)　　* VBN : volatile basic nitrogen.

量は大となる。

図において $-\log T$ が最大値を示す点の pH は，食塩濃度の高い方から順次 3.36, 3.75, 3.91, 4.06, 4.42 であつて，食塩濃度が高いほど pH は低くなつている。しかし N/5 HCl 添加量の点から見ると pH に関係なく，すべて 10cc 当り N/5 HCl 0.9～1.0cc 添加のところが最大不溶解性を示している。すなわち使用食塩水の除蛋白を考える場合，pH は考慮せずに常に食塩水 10cc 当り N/5 HCl を 0.9～1.0cc 加えればよいことが分り非常に簡便である。

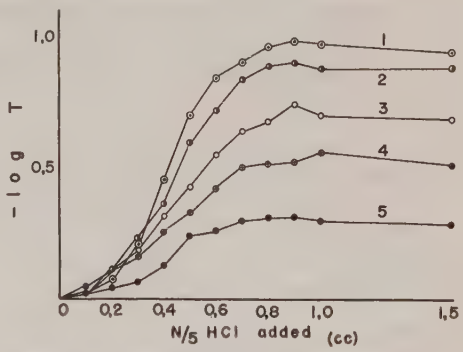


Fig. 2. Effect of salt concentration on precipitation of protein caused by adding N/5 HCl to 10cc. brine. Concentration of NaCl (g/100cc) (1) 4.8; (2) 9.6; (3) 13.3; (4) 18.7; (5) 27.9.

III. 除蛋白食塩水に対する吸着剤の効果

鰛 (VBN 18.6mg%) を 22 時間立塩漬した食塩水に N/5 HCl を所要量添加，30 分放置後一部を沪過した。沪液は完全に透明であるが微黄色を帯びており，これは血液に由来した色と思われる。脱色および Table 1 に示されたごとき VBN, NH_2-N 等の除去を目的として Celite, 酸性白土，活性炭を加えてその効果を見た。結果を Table 2 に示した。

Table 2. Effect of adsorbent addition on some characteristics of a brine previously treated with N/5 HCl.

	Sample L*					Sample H*				
	NaCl g/100cc	VBN mg%	NH_2-N mg%	§Protein	Bacterial count /cc	NaCl g/100cc	VBN mg%	NH_2-N mg%	§Protein	Bacterial count /cc
Not added (Control)	16.1	4.33	20.4	±	5×10^2	24.6	2.49	19.3	±	
Celite 2%	15.6	4.15	18.8	±	3×10^2	24.4	2.49	19.3	±	
Celite 1%+Active carbone 1%	15.5	3.19	12.5	−	1.4×10^2	24.3	1.93	13.0	−	
Japanese acid clay 2%	15.5	3.29	17.5	−	3×10^2	24.3	2.28	17.3	−	
Japanese acid clay 1%+Active carbone 1%	15.5	2.94	14.8	−	2×10^2	24.3	1.81	12.5	−	

* Initial salt concentrations of sample L and H were about 20 and 26%, respectively.

§ Proteinous residue was tested with 20% trichloroacetic acid. VBN of the salted sardine was 18.6mg.%.

少に重点を置いてなされた。

実 験 方 法

1) 原料魚としては市販のマイワシを用い，3% 食塩水で魚体表面を洗滌後，開腹せず，全魚体のまま立塩漬を行つた。食塩は市販の粗製塩を使用し，所要濃度に調製後沪過した。

2) 定 量 法

a) NaCl: N/10 $AgNO_3$ を以て滴定した値をそのまま NaCl に換算した。

b) 蛋白態窒素: 食塩水 100cc に 20% trichloroacetic acid 10cc を加えた際に生ずる沈澱を KJELDAHL 法で測定した。

c) アミノ態窒素 (NH_2-N): 除蛋白後の沪液に 10% K_2CO_3 および 15% $K_2(COO)_2$ を加えて 45°C で 90 分間通気後，VAN SLYKE 法で測定した。

d) 揮発性塩基窒素 (VBN): CONWAY の微量拡散分析法によつた。

e) pH: ガラス電極 pH メーター (日立製 EHM-1) を用いた。

f) 細菌数: Bouillon 寒天および 10% 食塩含有 Bouillon 寒天培地にそれぞれ稀釈法により培養したものの 48 時間後の colony 数を計測した。

実験結果および考察

I. 食塩水可溶蛋白質の等電域

食塩水可溶蛋白質の除去に当つては，pH を等電点に調節することが最も簡便であると考え簡易な滴定曲線による等電域測定法[2] を実施した。すなわち N/50 HCl 5cc に使用食塩水 5cc, 10cc, 15cc をそれぞれ加え，この各混合液に N/50 NaOH を 0.5cc ずつ加えてその都度混合液の pH を測定した。N/50 NaOH の添加量と pH の変化との滴定曲線を画き，2～3 曲線の交点を求めてその等電域とする方法である。

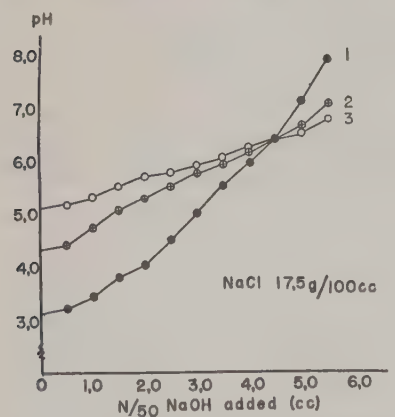


Fig. 1. Isoelectric zone of the protein dissolved into the brine from sardine.
1. N/50 HCl 5cc+Brine 5cc
2. N/50 HCl 5cc+Brine 10cc
3. N/50 HCl 5cc+Brine 15cc

鰮 (350g, VBN 11.4mg%) を約 20% の食塩水 700cc に室温 (13～22°C) で 24 時間浸漬後，食塩水について上記の方法で等電域を求めた。結果を Fig. 1 に示した。

これによると等電域は pH 6.38～6.40 にある。しかし使用後の食塩水の pH は 6.35 でほとんど一致していた。しかも食塩水は幾分濁つてはいるが沈澱は生じていないし，pH を 6.40 に調整しても変化はなかつた。この液の食塩濃度は 17.5g/100cc であつたから，このような高濃度の塩溶液中では，前記のごとき方法で求めた等電域は溶解蛋白質の最大沈澱を生ぜしめる pH を示していないことが分る。しかし pH を適当に調整すれば多量の蛋白沈澱を生ぜしめることが可能なことが分つたので，色々な食塩濃度において溶解蛋白質が最大不溶解性を示す pH を求めることが必要となつた。

II. 食塩水可溶蛋白質の除去

溶出蛋白質の最大不溶解性を示す pH は食塩濃度によつて変化すると考えられるので，約 5%, 10%, 15%, 20%, 26% の食塩水を用い，前回と同様の塩蔵を行つた。一例として 20%, 26% 食塩水中の溶出成分の測定値を Table 1 に示した。蛋白質以外にもかなりの溶出成分が認められる。

塩蔵後の食塩水 10cc に対し，N/5 HCl を添加した際の添加量と析出蛋白質の変化は Fig. 2 のごとくである。蛋白質の析出量は光電光度計を用いて $-\log T$ で表わした。すなわち $-\log T$ の大なるほど析出

Table 1. Some characteristics of the brines used at different concentrations in fish salting.

Hour of dips	Brine							Fish (Sardine)	
	NaCl g/100cc	Volume cc	pH	Protein-N mg%	VBN* mg%	NH_2-N mg%	Bacterial count /cc	Weight g	VBN mg%
0	21.9	780	7.34	0	0	0		390	11.8
20	17.1	794	6.32	13.1	3.43	16.7	8.6×10^4~1.2×10^5	380	16.1
0	28.9	590	7.22	0	0	0		295	11.8
20	25.5	610	6.12	11.6	2.37	15.9	8.6×10^4~9×10^4	281	15.6

Fish : brine = 1 : 2 (in weight)　　* VBN : volatile basic nitrogen.

量は大となる。

図において $-\log T$ が最大値を示す点の pH は，食塩濃度の高い方から順次 3.36, 3.75, 3.91, 4.06, 4.42 であつて，食塩濃度が高いほど pH は低くなつている。しかし N/5 HCl 添加量の点から見ると pH に関係なく，すべて 10cc 当り N/5 HCl 0.9~1.0cc 添加のところが最大不溶解性を示している。すなわち使用食塩水の除蛋白を考える場合，pH は考慮せずに常に食塩水 10cc 当り N/5 HCl を 0.9~1.0cc 加えればよいことが分り非常に簡便である。

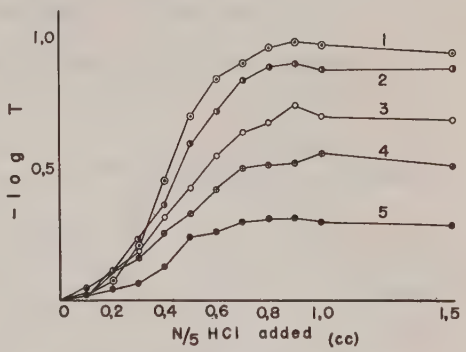


Fig. 2. Effect of salt concentration on precipitation of protein caused by adding N/5 HCl to 10cc. brine.
Concentration of NaCl (g/100cc)
(1) 4.8; (2) 9.6; (3) 13.3; (4) 18.7; (5) 27.9.

III. 除蛋白食塩水に対する吸着剤の効果

鰛 (VBN 18.6mg%) を 22 時間立塩漬した食塩水に N/5 HCl を所要量添加，30 分放置後一部を沪過した。沪液は完全に透明であるが微黄色を帯びており，これは血液に由来した色と思われる。脱色および Table 1 に示されたごとき VBN, NH_2-N 等の除去を目的として Celite, 酸性白土，活性炭を加えてその効果を見た。結果を Table 2 に示した。

Table 2. Effect of adsorbent addition on some characteristics of a brine previously treated with N/5 HCl.

	Sample L*					Sample H*				
	NaCl g/100cc	VBN mg%	NH_2-N mg%	§Protein	Bacterial count /cc	NaCl g/100cc	VBN mg%	NH_2-N mg%	§Protein	Bacterial count /cc
Not added (Control)	16.1	4.33	20.4	±	5×10^2	24.6	2.49	19.3	±	
Celite 2%	15.6	4.15	18.8	±	3×10^2	24.4	2.49	19.3	±	
Celite 1%+Active carbone 1%	15.5	3.19	12.5	−	1.4×10^2	24.3	1.93	13.0	−	
Japanese acid clay 2%	15.5	3.29	17.5	−	3×10^2	24.3	2.28	17.3	−	
Japanese acid clay 1%+Active carbone 1%	15.5	2.94	14.8	−	2×10^2	24.3	1.81	12.5	−	

* Initial salt concentrations of sample L and H were about 20 and 26%, respectively.
§ Proteinous residue was tested with 20% trichloroacetic acid. VBN of the salted sardine was 18.6mg.%.

無添加および Celite 添加のものは微黄色に着色し 20% trichloroacetic acid の添加により蛋白沈澱がかすかに認められたが，他の3者は完全に無色透明であり，蛋白沈澱も認められなかつた。VBN, NH_2-N の吸着は活性炭使用によりかなり効果的であつたが，価格の点を考慮すれば酸性白土のみで充分と思われたので以後は酸性白土添加のみで行うことにした。VBN, NH_2-N は後述のごとく，その存在がむしろ魚体からの溶出を抑制する傾向が見られるので強いて除去する必要はないと考えられる。

細菌数については，回収処理前に 10^4～10^6/cc 位存在していたのでやや減少しているのが認められるが，これはさらに減少せしめることが望ましい。高圧殺菌処理を行うことは実際的には困難であるが，煮沸処理でも菌数の減少は充分に期待し得よう。

IV. 塩蔵温度が異つた場合の食塩水の回収試験

本実験を行つた時期は2月から3月にかけてで室温は 15°C 前後であつた。夏期高温の場合は溶出成分量，細菌数等も変化し，冬期の実験例がそのまま適用し得るかどうか疑問である。そこで約 20% の食塩水を用い，室温および 30°C の孵化器中で塩蔵を行つた。測定結果は Table 3 に示した。

Table 3. Some characteristics of the brines used at different temperatures.

Condition	Hour of dips	Brine NaCl g/100 cc	Volume cc	pH	Protein-N mg%	VBN mg%	NH_2-N mg%	Bacterial count /cc	Fish (Sardine) Weight g	VBN mg%
Room temperature (14～19°C)	0	20.4	810	7.30	0	0	0	4.8×10^2	810	10.9
	20	13.9	855	6.20	42.9	6.3	32.3	5.8×10^4 ～2.6×10^5	784	15.7
30°C	0	20.4	870	7.30	0	0	0	4.8×10^2	865	10.9
	20	12.6	955	5.80	34.6	14.8	96.9	8.6×10^6 ～1.2×10^7	802	36.4

Fish : brine = 1 : 1 (in weight)

塩蔵温度が異なる2種の食塩水に対し，それぞれ 10cc 当り 1.0cc の割合で N/5 HCl を添加後，細菌数の減少を目的として 100°C で 30 分間加熱した。凝固蛋白質は大部分液の上層に浮上する。これに酸性白土を 2% 添加して沪過した。沪液は室温塩蔵のものは完全に無色透明であるが，30°C 塩蔵のものはやや黄味を帯び微かにカラメル様の臭気があつた。しかしこの色は活性炭の添加により完全に除去できる。回収沪液中の溶解成分は Table 4 のごとくである。

Table 4. Some characteristics of the regenerated saline solution.*

	NaCl g/100 cc	pH	Protein-N mg%	VBN mg%	NH_2-N mg%	Bacterial count /cc
Room temperature	13.7	3.59	0	6.2	32.1	1.3×10^2
30°C	12.2	3.35	3.8	14.2	94.7	8.0×10^3

* 100 cc. brines in Table 3 were each treated with 10 cc. N/5 HCl and boiled for 30 min., they were then added with 2% Japanese acid clay and filtered. This filtrate was used as the regenerated saline solution.

溶出蛋白質の除去は加熱操作によつて影響を受けず，むしろ沪過が容易になるように思われた。VBN, NH_2-N の減少は Table 2 とは異なり，ほとんど認められなかつたが，これは加熱操作のためかどうかは不明である。細菌数は急激に減少し新しい食塩水とほとんど差がないようになつた。

V. 回収食塩水による塩蔵試験

上記の処理を施した室温および 30°C の回収食塩水に食塩を添加して一旦飽和溶液とした。実地で使用の場合回収食塩水の食塩含量を測定し，所要の濃度に調節することは面倒であるが，一旦飽和溶液としてから

稀釈すれば簡単に任意濃度の食塩水を作り得ると考えたからである。

室温および 30°C での回収飽和食塩水からそれぞれ約 20% の食塩水を調製（それぞれ A, B とす），別に新しく約 20% の食塩水（C とす）を作り，この 3 者による室温（12～19°C）塩蔵試験を行つたのが Table 5 である。

Table 5. Brine salting test of sardine with the regenerated saline solution.

	Fish (Sardine)		Brine						
	Hour of dips	Weight g	VBN mg%	NaCl g/100cc	Volume cc	pH	Protein-N mg%	VBN mg%	NH_2-N mg%	Bacterial count /cc
A	0	605	11.9	20.6	580	4.40	0	3.6	17.6	
	20	570	17.9	14.0	620	5.79	25.4	6.4	45.5	3.9×10^4～1.8×10^5
B	0	750	11.9	21.1	750	3.70	0	9.9	54.9	
	20	697	16.4	14.7	820	5.24	20.2	12.6	67.4	6.3×10^4～1.0×10^5
C	0	730	11.9	20.4	730	7.40	0	0	0	
	20	670	17.2	14.7	780	6.23	26.2	5.6	33.5	1.9×10^5～2.5×10^5

A was regenerated from brine once used at room temperature.
B was regenerated from brine once used at 30°C.
C was a newly prepared brine.
A and B were first saturated with common salt and then diluted with water to a concentration of about 20% for brine salting test.
Fish : brine = 1 : 1 (in weight)

20 時間塩蔵後の魚体は，外観上 A と C はほとんど差がなく強いていえば C の方がやや腹部の光沢が良いように思われた。これに反し B は腹部の銀白色がにぶく一番劣つていたが，水洗後 1 日間乾燥したものでは 3 者の識別が困難であつた。乾燥品の試食においても，試食者は A, B, C 3 者の区別をつけ得なかつた。

使用後の食塩水は，A, C はともに溶出した血液の色を帯びているがかなりきれいであつたのに対し，B は呈色は同様であつたが濁りが激しく微粒子の懸濁が著しかつた。魚体への食塩滲透量，溶出蛋白量は A, B, C の間に大差はないが，むしろ B において溶出蛋白量が減少していた。VBN, NH_2-N の溶出量は新しい食塩水よりも回収食塩水の方が少い値を示したが，これは回収食塩水中に存在する諸成分によつて魚体からの溶出が抑えられたものと考えられ，魚体呈味成分の損失が少なくなることを意味して有利である。B において NH_2-N の溶出量が特に少ないのはこのことを裏付けるものといえよう。

これら食塩水をさらに回収処理した場合の測定値を参考までに Table 6 に示した。いずれも無色透明で充分使用に耐える。また本実験における B は腐敗臭が激しく，魚体は腹が破れて腐敗初期の状態を示していた。このような悪条件の食塩水でも回収処理を施せば使用し得ることを実験的には示し得たが，産業的にはかなりの危険が伴なうものと考えられる。

Table 6. Some characteristics of the second regenerated saline solution.

	NaCl g/100cc	pH	Protein-N mg%	VBN mg%	NH_2-N mg%	Bacterial count /cc
D	13.9	3.75	0	6.2	42.7	$1.3\sim4.7\times10^1$
E	14.6	3.72	0	12.4	60.8	$2.1\sim7.1\times10^1$
F	14.6	3.70	0	5.2	28.1	$2.5\sim3.8\times10^1$

D, E and F are the regenerated brines of A, B and C respectively in Table 5.

本法で注意せねばならないのは，回収食塩水の pH が低いということである。塩酸または硫酸で pH を 3.5～4.0 に調節して塩蔵すると，従来の方法よりも著しく貯蔵期間を長くするということが専売公社の特

許[3]となつているが，本法は pH の点で偶然これに符合している。pH を下げることは製品の品質，食味，外観などには全然影響がなかつた。静岡県地方では鯵の開き立塩漬に使用した食塩水を加熱して再使用しているそうである[4]が，pH を調節せずに単に加熱するのみでは熱水可溶蛋白質がかなり沪液に移り溶出蛋白質の完全除去は不可能であつた。pH が低いことは塩蔵中の細菌の増殖を抑制するのではないかと期待したが，普通食塩水と比べて大差はなかつた。

A, B, C 3種の食塩水による塩蔵鰯は室温に約1カ月放置してその間の変化を外観的に観察したが，色調，黴の発生具合，乾燥速度，油焼等にほとんど全く差異を認め得なかつた。

要　　約

1) 立塩用食塩水の簡易回収法を考案した。要点はつぎのごとくである。

立塩々蔵に使用した食塩水 10cc に対し 0.9～1.0cc の割合で N/5 HCl を加えて 30 分間煮沸後，酸性白土を 2% 加えて沪過すればよい。

2) 沪液はさらに食塩を加えて飽和液とし，これから稀釈すれば所要濃度に調製することは容易である。

3) N/5 HCl の添加量は塩蔵に使用した食塩水濃度に関係なく常に上記の割合でよい。

4) 回収食塩水での塩蔵試験は新しい食塩水と大差がなかつた。むしろアミノ酸のごとき呈味成分の溶出は回収食塩水の方が少なかつた。

終りに本研究に有益な御意見を頂いた当教室豊水助教授に謝意を表する。

文　　献

1) 森高次郎・橋本芳郎：“水産利用学”，朝倉書店，東京，(1952)，pp. 175.
2) 吉村寿人：“pH の理論と測定法”，丸善，東京，(1952)，pp. 95.
3) 専売長官：特許 No. 174580 (1947)；森・橋本：“水産利用学”から引用.
4) 静岡県水産試験場下田雄四郎氏談.

PRINTED BY
KOKUSAI BUNKEN INSATSUSHA
SHINJUKU-KU, TOKYO

魚体表面の粘性物質に関する研究—I.

ドジョウの体表面粘性物質の化学的性質

榎本則行・富安行雄

日本水産学会誌
第二十六巻 第七号 別冊
昭和三十五年七月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 26, No. 7, July 1960

魚体表面の粘性物質に関する研究—I.

ドジョウの体表面粘性物質の化学的性質*

榎本則行・富安行雄

(1960 年 4 月 20 日受理)

STUDIES ON THE EXTERNAL MUCOUS SUBSTANCE OF FISHES—I. ON THE CHEMICAL PROPERTIES OF THE MUCOUS SUBSTANCE OF LOACH, *MISGURNUS ANGUILLICAUDATUS* CANTOR.

Noriyuki ENOMOTO and Yukio TOMIYASU**

The present work is an attempt to elucidate the chemical properties of the external mucous substance of loach. The precipitation test, the identification of amino acids and carbohydrates by paper chromatography, and the quantitative analysis of the polysaccharide were employed.

The external mucous substance of loach was prepared by dipping living loaches in ethanol, scraping the mucous substance carefully from the whole surface of the body, washing it with ethanol and drying it in vacuo. Greyish powder was obtained. Sample for identification of amino acid component was repeatedly dissolved in 0.1% sodium hydroxide and precipitated at pH 4.0 with dilute hydrochloric acid. Sample for analysis of carbohydrate was prepared by hydrolyzing with pepsin and trypsin. The results obtained are as follows:

1) The result of precipitation test of the external mucous substance is shown in Table 1. All reagents used for the protein precipitation took effect, but heating was futile.

2) 16 amino acids were identified and the presence of an unidentified amino acid was detected (Fig. 1).

3) Ribose, arabinose, glucose, galactose, glucosamine and chondrosamine were identified.

4) It seems that the polysaccharide of the external mucous substance is composed of hexose and hexosamine at equimolar ratio.

動植物界を通じて，粘性物質の作用については生体機能の円滑化，外囲環境に対する保護作用などが挙げられている。魚体表面の粘性物質についても同様の生理作用が考えられるが，未だ殆んど不明のままの状態である。

ドジョウの体表面粘性物質（以下粘質物と略称する）は腫物の解熱剤として使用されており，ウナギの粘質物は解熱剤を作つたり[1]，強壮剤にされたり[2]して薬用的にも興味があるが，その作用本態についての研究は見当らない。

左右田等[3]はボウシウボラの鰓下腺から acetone を用いて固化粘質物を得，これについて沈澱反応を試みた後，還元糖量を測定している。小幡等[4,5]は鮭の粘質物から picrolonate を作つて揮発性塩基成分を研究し，八坂等[6,7]はヒイラギ，ナマズの粘質物についてアミノ酸組成，糖組成を報告しているが未決解の点が多い。FERRY[8]は hagfish の粘質物について述べ，最近 WESSLER 等[9]は plaice, cod, whiting, eel, pike, ray および hagfish の粘質物を集めアミノ酸組成，糖組成を示した。ドジョウの粘質物については鶴見等[10]の報告がある。著者等[11,12,13]は先にドジョウの粘質物が防腐剤と拮抗的に作用することおよびそれ

* 本報告の一部は 1957 年 10 月 10 日，日本水産学会秋季大会（函館）において発表した。

** 九州大学農学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem. Fac. Agr. Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

を細菌培地とした場合の菌の増殖について報告したが，これらに関連して更に基礎的な研究の必要を痛感した。本報はドジョウの粘質物の化学的性質について調べた結果の記載である。

実験および考察

I. ドジョウ粘質物の調製

前報[11]に準じて行つた。すなわち生きたままのドジョウを ethanol 中に投入し白く凝固した粘質物を注意深くこさぎとつた。これを ethanol で数回洗滌後，減圧乾燥，粉砕した粗製粉末を試料とした。灰白色の粉末で収量は 0.4～0.5% であつた。

II. ドジョウ粘質物の沈澱反応

粉末粘質物は水に殆んど溶けないが，アルカリに溶けて粘性を示す。0.1% NaOH を用い，1% の濃度になるように粉末粘質物を加え 30°C に1夜放置後，HCl で中和して遠心分離した上澄を試料とした。結果を Table 1 に示した。

Table 1. Precipitation test of the external mucous substance of loach.

Test	Precipitation	Remark
Heat coagulation	−	faint turbidity
Trichloroacetic acid	##	
Phosphotungstic acid	##	
Tannic acid	##	
Lead acetate (dil. soln.)	##	
Cupric sulfate (dil. soln.)	##	
25% mercuric acetate soln.	##	soluble by saturation with NaCl
Sulfosalicylic acid	##	
Acetic acid (dil. soln.)	##	soluble in glacial acetic acid
Hydrochloric acid (dil. soln.)	##	soluble in conc. hydrochloric acid
Nitric acid (conc. soln.)	##	soluble in excess nitric acid, colour turning yellow
Saturation with NaCl	##	
Saturation with $(NH_4)_2SO_4$	##	
Saturation with Na_2SO_4	##	
Ethanol	##	

使用したすべての蛋白沈澱剤によつて沈澱を生ずるが，加熱によつては殆んど沈澱は生じない。しかし粉末粘質物の濃度が 2%，3% と高くなると濃度に比例して混濁が増加する。うすい酢酸，塩酸によつて生じた沈澱はいずれもそれぞれの濃酸によつて溶解し水で稀釈すれば再び沈澱する。この点は八坂等[6]のヒイラギ粘質物と一致する。左右田等[3]によると，ボウシウボラの鰓下腺粘液は acetic acid, sulfosalicylic acid, ferric chloride, lead acetate で沈澱し，銀塩，水銀塩では沈澱しないという。ドジョウ粘質物が加熱によつて非凝固である点は共通しているが，水銀塩でも沈澱する点は異つている。

III. ドジョウ粘質物の構成アミノ酸

粗製粉末粘質物は小さな鱗を含んでいるのでこれを除くためにつぎの操作を行つた。粉末 2g に 0.1% NaOH 400cc を加え 30°C に1夜放置して溶解後，遠心分離して上澄液をとり稀塩酸で pH 4.0 とし，生じた沈澱を遠心分離して集めた。この操作を再び繰返して，得られた沈澱を ethanol で2回洗滌後，さらに acetone, ether で洗つて乾燥した。

この精製粘質物を常法に従つて 8N HCl で 10 時間加水分解し，減圧濃縮を3回反復して HCl をできるだけ除き，得られた茶褐色の濃縮液を paper chromatography の試料とした。

展開沪紙は東洋沪紙 No. 51 (40×40 cm), 展開溶媒は一次元 phenol : 水 (8 : 2), 二次元 *n*-butanol : 酢酸 : 水 (4 : 1 : 2) を用い ninhydrin で発色せしめた。別に標準アミノ酸 (味の素製, paper chromatography 用試薬) 混液を同一条件で同時に展開し, これと対比することにより各 spot を同定した。結果は Fig. 1 に示した。

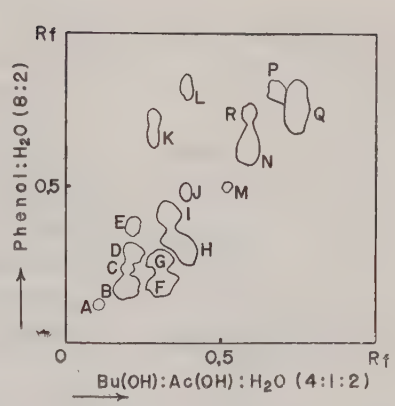


Fig. 1. Two-dimensional paper chromatogram showing the amino acid pattern of the external mucous substance of loach.

A	Cystine	J	Alanine
B	Lysine	K	?
C	Histidine	L	Proline
D	Glycine	M	Tyrosine
E	Arginine	N	Valine
F	Aspartic acid	P	Phenylalanine
G	Serine	Q	Leucine
H	Glutamic acid	R	Methionine
I	Threonine		

cystine, lysine, histidine, glycine, aspartic acid, serine, glutamic acid, arginine, threonine, alanine, proline, tyrosine, valine, methionine, phenylalanine, leucine の 16 種のアミノ酸を認めた。図の spot K は標準アミノ酸の展開結果と比較すると hydroxyproline の位置に近いが, 呈色が薄紫赤色を示すので同定し得なかつた。spot の大きさ, 呈色度から見て aspartic acid, glutamic acid, lysine, threonine, valine, leucine が多く, histidine, tyrosine, methionine が少いと推定される。

既報[11]のように粘質物は xanthoproteic reaction, HOPKINS-COLE test が陽性なので tryptophan が存在すると考えられるが, 酸分解を行つたため認め得なかつた。

飯藤[14]は市販ペプトン並びに肉エキスの遊離アミノ酸について研究し, glycine, arginine, histidine, lysine, methionine, tryptophan, leucine, glutamic acid, proline, tyrosine, cystine を認め, さらに 3 回加熱すると valine, phenylalanine が出現することを見ている。ドジョウ粘質物のアミノ酸組成を先に報告した細菌培地[12]としての見地から検討すると, 含量の点を無視すれば bouillon 中に存在するアミノ酸は全部揃つているわけで, 粘質物の加水分解物中では菌の増殖が良好な理由もうなづける。

IV. ドジョウ粘質物の hexose および hexosamine 含量

粗製粘質物粉末中の hexose および hexosamine 含量を RIMINGTON 法[15]によつて定量し, hexose (as galactose) 6.15%, hexosamine (as glucosamine) 4.68% を得た。なお全窒素量は 12.3% であつた。これらの価は粗粉末中に鱗を含んでいるので一応の目安にすぎない。鱗を除くために稀アルカリ, 稀酸を用いて前記のような精製法を行つたものは hexose 含量が 3.08% であつた。TILLMANS 等[16] は大豆蛋白質中の carbohydrate を定量する際, 蛋白質をアルカリに溶かして酸でおとすという精製をくり返すと carbohydrate 含量は 1 回目19.7% を示したものが 2 回目には 9.7%, 4 回目には 7.7% にまで低下したことを述べている。粘質物中の hexose 含量が精製操作によつて低下したのもこれと一致する。

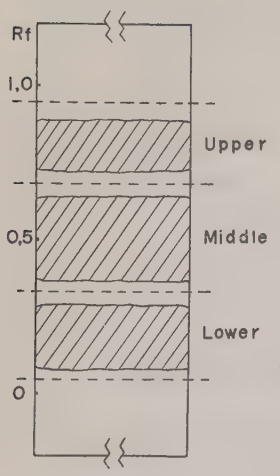
鶴見等[10] はドジョウの粘質物中に galactose 9.77%, glucosamine 17.86% を含むことを報告している。試料の調製法もかなり異つているが, 著者等の結果とは大きな差がある。

V. ドジョウ粘質物の構成糖

粗製粘質物粉末を堀口[17]の方法 (MEYER[18]の変法) によつて酵素分解し polysaccharide を得た。白～灰白色粉末で収量は約 4% であつた。このものは FEHLING 還元性を示さないが, 加水分解すると強い還元性を示した。この粉末に 30 倍容の 0.5N HCl を加えて 5 時間加水分解後, 減圧濃縮 (50°C 以下) をくり返して paper chromatography の試料とした。

a) Paper chromatography による糖の分別

東洋沪紙 No. 51 (40×40 cm) の下縁から 6.5 cm の距離に帯状に全試料をひき, phenol : 水 (8 : 2) で 3 回多重展開して Fig. 2 のように 3 区分に分離し得た。この 3 区分を切りとつて 45°C の温水で抽出, 各



区分を濃縮して Upper, Middle, Lower の3試料を作つた。これらの3区分についての各種溶媒による展開結果をまとめて Fig. 3 に示した。

b) Upper part の糖の同定

この区分に存在する糖は pentose, methylpentose と推定される。aniline hydrogen phthalate で呈色させると，前者は赤色，後者は黄色に発色し判別が容易である。4種の溶媒による展開結果から arabinose, ribose と同定した。

c) Middle part の糖の同定

呈色試薬は aniline hydrogen phthalate を用いた。この区分は hexose から成り褐色に呈色する。phenol : 水 (8 : 2) で多重展開した結果，2つ

Fig. 2. Fractionation of sugar components of the external mucous substance of loach by paper chromatography.
Multiple development with phenol : water (8 : 2) was employed. 3 parts were separated and extracted with water at 45°C.

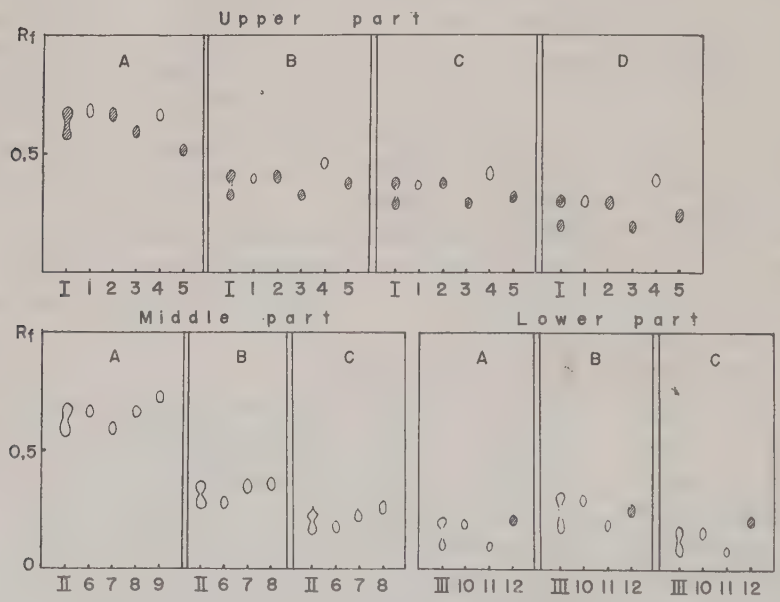


Fig. 3. Paper chromatogram showing sugar components of the external mucous substance of loach.

Solvent
- A; phenol : water (8 : 2). multiple development
- B; *n*-butanol : acetic acid : water (4 : 1 : 2)
- C; butylacetate : ethanol : acetic acid : water (3 : 2 : 1 : 1)
- D; *n*-butanol; ethanol : water : ammonia (40 : 10 : 49 : 1)

I, II, III; fractional sample in Fig. 2.

1; fucose, 2; ribose, 3; arabinose, 4; rhamnose, 5; xylose, 6; galactose, 7; glucose, 8; mannose, 9; fructose, 10; glucosamine, 11; chondrosamine, 12; glucuronic acid.

Colour reagent; aniline hydrogen phthalate in upper and middle part.
p-anisidine-HCl in lower part.

Oblique lined spots show red～pink colour and white spots show yellow (in upper part) and brown colour (in middle and lower part).

の spot の内 Rf の小さい方は glucose であるが，Rf の大きい方は galactose および mannose と Rf が接近し判然としなかつた。そこでさらに他の2種の溶媒による展開を行うと，この場合は galactose の Rf が glucose よりも小となるので mannose と区別し得る。従つてこの部分は glucose, galactose と同定した。

d) Lower part の糖の同定

この区分に存在するものは酸性糖，塩基性糖と推定される。酸性糖は *p*-anisidine-HCl で呈色させると赤色を示し特異的である。これに反し塩基性糖は褐色に発色するので判別が容易である。

chondrosamine の同定は純品が入手できなかつたので chondroitin-sulfuric acid の加水分解物を用いた。粗製の chondroitin-sulfuric acid は加水分解すると，glucosamine, chondrosamine, galactose, glucuronic acid の4つの spot を示す[19]ので，この結果を追試しこれを用いて粘質物中の chondrosamine の同定を行つた。

3種の溶媒による展開結果から glucosamine, chondrosamine を認めたが，酸性糖は認められなかつた。

以上3区分の結果を綜合して，ドジョウ粘質物構成糖は arabinose, ribose, glucose, galactose, glucosamine, chondrosamine の6種と同定した。この内 arabinose を除く他の糖は動物性粘質物中にしばしば見出されているが，arabinose がドジョウ粘質物中に認められたのは注目すべきであろう。arabinose は天然に存在する aldopentose として結核菌の多糖類，尿，アラビヤゴム，甜菜等に見出されているが，動物性粘質物中に見出されたのは始めてであると思う。鶴見等[10]はドジョウ粘質物の呈色反応を試み，methylpentose および pentose 反応が陰性であると述べたが，pentose は存在する。

VI. ドジョウ粘質物の polysaccharide の組成

前記 polysaccharide の hexose, hexosamine の組成を知るため，nitrogen (N), hexose, hexosamine, acetyl 基を定量した。N 量は micro-KJELDAHL 法，hexose は TREVELYAN 等[20] の anthrone 呈色法，hexosamine は RIMINGTON[15] の acetylacetone および *p*-dimethylaminobenzaldehyde による呈色法，acetyl 基は KÖGL 法[21] によつて測定した。

結果を Table 2 に示した。

mol 比は完全な整数比を示さなかつたが，これは試料の純度が低いためであろう。acetyl 基が高い値を示したが，鶴見等[10] によれば glucosamine と acetyl 基の mol 比は 1 : 2.31 を示し，direct OSAKI-TURUMI test が陽性であつたと述べているので sialic acid (acylated neuraminic acid) の存在が考えられる。これについてはさらに検討し度い。

Table 2. Quantitative analysis of the polysaccharide obtained from the external mucous substance of loach.

	Per cent	Equivalent per equivalent weight
Nitrogen	6.35	
Hexosamine as glucosamine	22.52	1.00
Hexose as galactose	27.63	1.15
Acetyl	6.95	1.23

以上の結果から粘質物 polysaccharide は hexose : hexosamine = 1 : 1 の結合をしているものと考える。

摘　　要

1) ドジョウの体表面粘性物質の化学的性質を調べ，その沈澱反応，構成アミノ酸，構成糖および polysaccharide の組成を明らかにした。

2) ドジョウの体表面粘性物質溶液は加熱凝固は示さないが，供試したすべての蛋白沈澱剤によつて沈澱を生じた (Table 1)。

3) ドジョウの体表面粘性物質の構成アミノ酸として，cystine, lysine, histidine, glycine, aspartic acid, serine, glutamic acid, arginine, threonine, alanine, proline, tyrosine, valine, methionine,

phenylalanine, leucine の 16 種を同定，不明のアミノ酸1種を認めた。なお呈色反応により tryptophan の存在が推定された。

4) ドジョウの体表面粘性物質の構成糖として，arabinose, ribose. glucose, galactose, glucosamine, chondrosamine の6種を認めた。

5) ドジョウの体表面粘性物質の polysaccharide は hexose : hexosamine = 1 : 1 の比で結合しているものと推定した。

文　　献

1) 沼野井春雄：特許公告 No. 732, 昭 24. 3. 11.
2) 久保通猷：特許公告 No. 64, 昭 6. 1. 9.
3) 左右田徳郎・服部親宏・寺崎広節：日化，**57**, 981 (1936).
4) 小幡弥太郎・山西　貢：本誌，**15**, 554 (1950).
5) 小幡弥太郎・山西　貢：本誌，**16**, 361 (1951).
6) 八坂　茂・松本敬一：長崎大水産報告，No. 2, 51 (1954).
7) 八坂　茂・田端義明・増元　勲：長崎大水産報告，No. 3, 43 (1955).
8) Ferry, J. D.: *J. Biol. Chem.*, **138**, 263 (1941).
9) Wessler, E. and Werner, I.: *Acta Chem. Scand.*, **11**, 1240 (1957).
10) Turumi, K. and Saito, Y.: *Tohoku J. Exp. Med.*, **58**, 247 (1953).
11) 富安行雄・榎本則行：九大農学芸誌，**16**, 323 (1957).
12) 榎本則行・富安行雄：九大農学芸誌，**16**, 601 (1958).
13) 榎本則行・古森善裕・富安行雄：九大農学芸誌，**16**, 609 (1958).
14) 飯藤謙三：仁泉医学，**5**, 82 (1954).
15) Rimington, C.: *Biochem. J.*, **34**, 931 (1940).
16) Tillmans, J. und Phillippi, K.: *Biochem. Z.*, **215**, 36 (1929).
17) 堀口吉重：本誌，**22**, 463 (1956).
18) Meyer, K., Linker, A., Davidson, E. A., and Weissmann, B.: *J. Biol. Chem.*, **205**, 611 (1953).
19) Masamune, H., Yosizawa, Z., and Maki, M.: *Tohoku J. Exp. Med.*, **53**, 237 (1951).
20) Trevelyan, W. E., and Harrison, J. S.: *Biochem. J.*, **50**, 298 (1952).
21) 船久保英一："有機化合物確認法"，上巻，養賢堂，東京，(1954) pp. 92.

PRINTED BY
KOKUSAI BUNKEN INSATSUSHA
SHINJUKU-KU, TOKYO

魚体表面の粘性物質に関する研究—II.

マアナゴの体表面粘性物質の化学的性質

榎本則行・長尾忠明・富安行雄

日本水産学会誌
第二十六巻 第七号 別冊
昭和三十五年七月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 26, No. 7, July 1960

魚体表面の粘性物質に関する研究—II.
マアナゴの体表面粘性物質の化学的性質*

榎本則行・長尾忠明・富安行雄

(1960 年 4 月 20 日受理)

STUDIES ON THE EXTERNAL MUCOUS SUBSTANCE OF FISHES—II.
ON THE CHEMICAL PROPERTIES OF THE MUCOUS SUBSTANCE OF CONGER, *ASTROCONGER MYRIASTER* BREVOORT.

Noriyuki ENOMOTO, Tadaaki NAGAO and Yukio TOMIYASU**

Our interest has been aroused by the fact that there are considerable dissimilarities in the external appearance among the external mucous substance of various species of fishes. The external mucous substances of loach and conger have a different appearance from each other, and these two kinds of fishes live in different conditions, that is, one in fresh water and the other in salt water. So, the external mucous substances of these fishes are assumed to have some chemical properties different from each other. In the present paper, with a view of elucidating the dissimilarity in the external appearance, the chemical properties of the external mucous substance of conger were studied, and compared with those of loach previously reported by us[1].

While the 0.1% NaOH soluble matters of the external mucous substance of conger were very similar to those of loach with regard to protein precipitation and amino acid composition, the carbohydrate components of the former, having fucose instead of arabinose and no glucose, were different from those of the latter.

多数の魚類についてその体表面の粘性物質（以下粘質物と略称する）を比較すると外観的には，ドロドロして粘性の弱いもの，軟かくても粘性の強いもの，固いゼリー状のものなどがあり，また魚体が水中から揚げられた場合ヒイラギ，アジなどの粘質物は容易に脱落するのに対し，ドジョウ，ウナギ，マアナゴなどは脱落し難いなどかなりの差異が認められる。前報[1]で述べたドジョウは粘質物が軟かく粘性が強いものであつたが，本報のマアナゴは固くゼリー状のものである。マアナゴとドジョウの粘質物の化学的性質に差異が認められれば前記のような外観的相違を明らかにする手がかりが得られるであろう。またこの両者は生活環境が海水と淡水というふうに違うので粘質物組成にも差があるかもしれない。今回は海産のマアナゴの粘質物について検討した結果を報告する。

実験および結果

実験方法はすべて前報[1]と同様である。

I. マアナゴ粘質物の沈澱反応

蛋白沈澱剤に対する反応はドジョウの場合[1]と同様で，すべて白色の沈澱を生じた。

粉末粘質物の 1% 溶液 (0.1% NaOH に溶かし HCl で中和した沪液) は加熱によつて凝固せず，薄い酢酸，塩酸で生じた沈澱がそれぞれの濃酸によつて溶解することなどドジョウと全く差異を認めなかつた。

---

* 本報告は 1958 年 11 月 8 日，日本水産学会九州支部大会（鹿児島）において発表した。

** 九州大学農学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem. Fac. Agr. Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

II. マアナゴ粘質物の構成アミノ酸

粗製粉末粘質物の 0.1% NaOH 可溶部から前報[1] と同様の条件で精製粘質物を調製し，これを加水分解した。二次元 paper chromatography によつて展開して同定し得たアミノ酸は cystine, lysine, histidine, glycine, aspartic acid, serine, glutamic acid, arginine, threonine, alanine, proline, tyrosine, valine, methionine, phenylalanine, leucine の 16 種で，ドジョウと同様の不明 spot が一つ存在した。結果を Fig. 1 に示した。

呈色反応*から tryptophan の存在が推定された。なお isoleucine の存在がほぼ確実と思われるが leucine との分離が不充分であつたので推定の域を出ない。

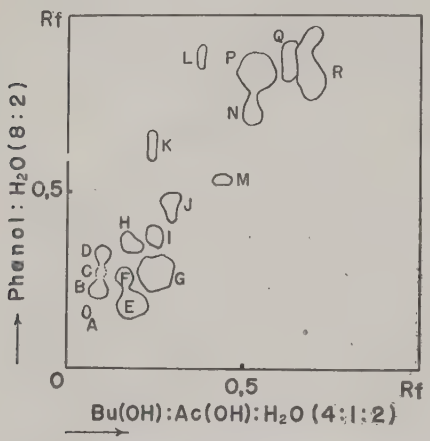


Fig. 1. Two dimensional paper chromatogram showing the amino acid pattern of the external mucous substance of conger.

A	Cystine	J	Alanine
B	Lysine	K	?
C	Histidine	L	Proline
D	Glycine	M	Tyrosine
E	Aspartic acid	N	Valine
F	Serine	P	Methionine
G	Glutamic acid	Q	Phenylalanine
H	Arginine	R	Leucine
I	Threonine		

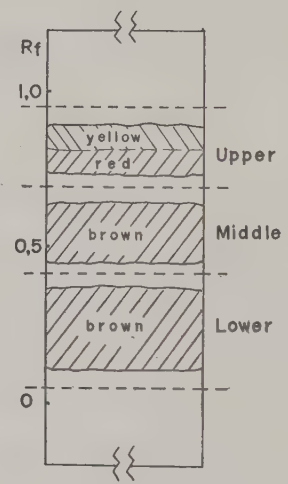


Fig. 2. Fractionation of sugar components of the external mucous substance of conger by paper chromatography.

Multiple development with phenol: water (8 : 2) was employed.

Upper part showed red and yellow colour zone with aniline hydrogen phthalate, and middle and lower parts showed brown colour with the same reagent.

III. マアナゴ粘質物の構成糖

前報[1] に従い酵素分解して得た polysaccharide を加水分解し，東洋沪紙 No. 51 (40×40 cm) に全試料を帯状にひいて phenol : 水 (8 : 2) で 3 回多重展開，Fig. 2 のような 3 区分 (それぞれ Upper, Middle, Lower 区分とす) に大別し，それぞれを温湯で抽出した。この 3 区分についてそれぞれ paper chromatography を行つた。溶媒としては phenol : 水 (8 : 2), butylacetate : ethanol : 酢酸 : 水 (3 : 2 : 1 : 1), *n*-butanol : 酢酸 : 水 (4 : 1 : 2), *n*-butanol : ethanol : 水 : ammonia (40 : 10 : 49 : 1) を試みたが，前二者が最も分離がよく判定も容易であつた。この前二者による結果を Fig. 3 に示した。

Lower 区分の chondrosamine の同定は純品が入手できなかつたので前報[1] と同様に chondroitin-sulfuric acid の加水分解物を利用した。

以上の結果から Upper 区分は fucose, ribose, Middle 区分は galactose, Lower 区分は glucosamine, chondrosamine と同定した。

---

* xanthoprotein 酸反応，HOPKINS-COLE の反応がともに陽性であつた。

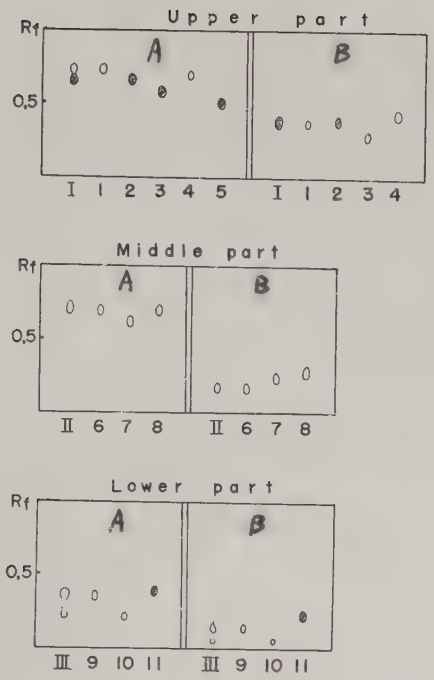


Fig. 3. Paper chromatogram showing sugar components of the external mucous substance of conger.

Solvent { A; phenol : water (8 : 2) multiple development
B; butylacetate : ethanol : acetic acid : water (3 : 2 : 1 : 1)

I, II, III; fractional sample in Fig. 2.
1; fucose, 2; ribose, 3; arabinose, 4; rhamnose, 5; xylose, 6; galactose, 7; glucose, 8; mannose, 9; glucosamine, 10; chondrosamine, 11; glucuronic acid.

Colour reagent; aniline hydrogen phthalate in upper and middle part.
p-anisidine-HCl in lower part.

Oblique lined spots show red～pink colour, and white spots show yellow (in upper part) and brown colour (in middle and lower part).

Table 1. Quantitative analysis of the polysaccharide obtained from the external mucous substance of conger.

	Per cent	Equivalent per equivalent weight
Nitrogen	6.07	
Hexosamine as glucosamine	9.81	1.00
Hexose as galactose	11.04	1.11
Acetyl	3.12	1.31

酵素分解によつて得た polysaccharide の，hexose と hexosamine の結合比を求めるため前報[1]と同様の方法で定量した結果を Table 1 に示した。

この結果から hexose : hexosamine = 1 : 1 の結合をしていると考えられる。

考　　察

マアナゴ粘質物の 0.1% NaOH 可溶部の蛋白沈澱反応および構成アミノ酸は前報[1]のドジョウ粘質物のそれと全く同一で，粘質物の外観的な差異の原因をアミノ酸組成に帰することは不可能であつた。paper chromatogram の spot の大きさ，呈色度などから量的な差を比較すると threonine, serine, lysine がドジョウに多く，マアナゴには少いようである。これに反し methionine はドジョウに少くマアナゴに多いと推定されたが，これが外観的な差異の大きな要因となるとは考えられない。粘質物の粗製粉末を 0.1% NaOH に溶かした場合，ドジョウは溶解し易く粘性が強いが，マアナゴは不溶解部分が多く粘性も弱くて不溶解部は膨潤してゼリー状を呈していた。構成アミノ酸を調べた試料はこの 0.1% NaOH 可溶部を pH 4.0 にして得た沈澱であるから，マアナゴとドジョウの粘質物の外観的な差異の原因はこの不溶解部にあるのではないかとも考えられ，これについてはさらに検討したい。

構成糖においては差異が見られた。すなわちドジョウに認められた arabinose がマアナゴにはなく，代りに fucose が存在し，また glucose を欠いでいた。構成糖に差異が見られたことは興味をひくが，これが外観的差異に関係があるのか，海水，淡水という環境条件によるものか，あるいはまた魚種の相違による本質的なものかなどについては，さらに多くの魚の粘質物について検討した結果にまたねばならない。魚類粘質物に炭水化物が存在することはすでに知られている[2,3,4]が，hexose, hexosamine として定量値を示したものが多く，個々の構成糖については WESSLER 等[4]の 7 種の魚 (plaice, cod, whiting, eel, pike, ray および hagfish) についての報告が詳しい。WESSLER 等[4]は ray を除く 6 種の魚の粘質物が構成糖の一つとして mannose を含むことを見出し，その存在意義について論議している。著者等もこの点については充分に留意して実験を進めたが，ドジョウの場合と同様，マアナゴ粘質物においても mannose の存在を認め

ることはできなかつた。

摘　　要

マアナゴとドジョウの体表面の粘性物質は外観的に非常に差があり，生活環境も海水，淡水とちがうのでマアナゴ粘性物質の化学的性質を調べ，既報[1]のドジョウのそれと比較検討した。その結果，マアナゴ粘性物質の 0.1% NaOH 可溶部については蛋白沈澱反応，構成アミノ酸の種類においてドジョウと同一であつた。マアナゴ粘性物質の構成糖にはドジョウに存在した arabinose がなくて代りに fucose が存在し glucose を欠く点で明らかな差異が認められた。

文　　献

1) 榎本則行・富安行雄: 本誌, **26**, 739 (1960).
2) FERRY, J. D.: *J. Biol. Chem.*, **138**, 263 (1941).
3) TURUMI, K., and SAITO, Y.: *Tohoku J. Exp. Med.*, **58**, 247 (1953).
4) WESSLER, E., and WERNER, I.: *Acta Chem. Scand.*, **11**, 1240 (1957).

PRINTED BY
KOKUSAI BUNKEN INSATSUSHA
SHINJUKU-KU, TOKYO

防腐剤に影響を与える魚体成分に関する研究 IV

鰌の体表面粘質物の腐敗過程

榎本則行・冨安行雄

Studies on the fish-components influencing the preservatives IV

The putrefying process of the surface mucus of loach, *Misgurnus anguillicaudatus* Cantor

Noriyuki Enomoto and Yukio Tomiyasu

九州大学農学部学芸雑誌，第18巻 第1号，別刷，昭和35年10月31日

Reprinted from the Science Bulletion of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, vol 18, no. 1, October 31, 1960

防腐剤に影響を与える魚体成分に関する研究 IV

鰌の体表面粘質物の腐敗過程

榎本則行・冨安行雄

Studies on the fish-components influencing the preservatives IV

The putrefying process of the surface mucus of loach, *Misgurnus anguillicaudatus* Cantor

Noriyuki Enomoto and Yukio Tomiyasu

先に鰌の体表面粘質物は細菌培地として良好なものではないが，これに糖を添加したり或は加水分解すれば菌の増殖はよくなることを明らかにした.[1] 蛋白質は細菌の増殖基質として良好なものではないが，これに peptone，アミノ酸のような利用し易い窒素源を添加すれば蛋白質の分解はよくなるといわれている．魚が漁獲され積み重ねて貯蔵された場合，自己消化による体浸出液その他の利用され易い窒素源が体表面粘質物に混入することは充分に推察される所で，実際の場合の体表面粘質物の腐敗はこのような状態のもとで進むのではないかと考えられる．粘質物中の糖と蛋白質との結合状態は未だ不明であるが，この結合糖が細菌によつて利用され得るものかどうか，利用されるとすれば普通の魚肉蛋白質とは異なつた腐敗過程を示す筈である．またこれに糖を別に添加した場合は腐敗にどのような影響を与えるかも興味ある所である．今回は以上のような考えのもとに3種の培地即ち粘質物のみ，これに peptone を添加したもの及び galactose を添加したものを作り，腐敗に伴う変化を比較検討した．

実 験 方 法

鰌粘質物培地の調製法は前報[2] に準じて行なつたが加熱殺菌処理は行なわなかつた．これを基礎培地（A）とし，A + 0.5 % peptone，A + 0.025 % galactose の3種の培地を作り，所要数の 50cc 殺菌三角フラスコに 20cc ずつそれぞれ分注，菌を接種して 30°C に保ち，その一個ずつを測定に供した．

接種菌は腐敗初期（3日間室温放置）の鰌体表面から釣菌した腐敗菌の混合を用いた．Bouillon に 24 時間継代培養したものからその 0.1cc を生理食塩水 10cc に混合稀釈し，これを 1cc のピペットで一滴ずつ接種した．

測定項目及び順序は Fig. 1 に示した．

測定法

1) 菌の増殖：光電光度計を用いて $-\log T$ を測定した．

2) pH：ガラス電極 pH メーター（日立 EHM-1 型）を用いた．

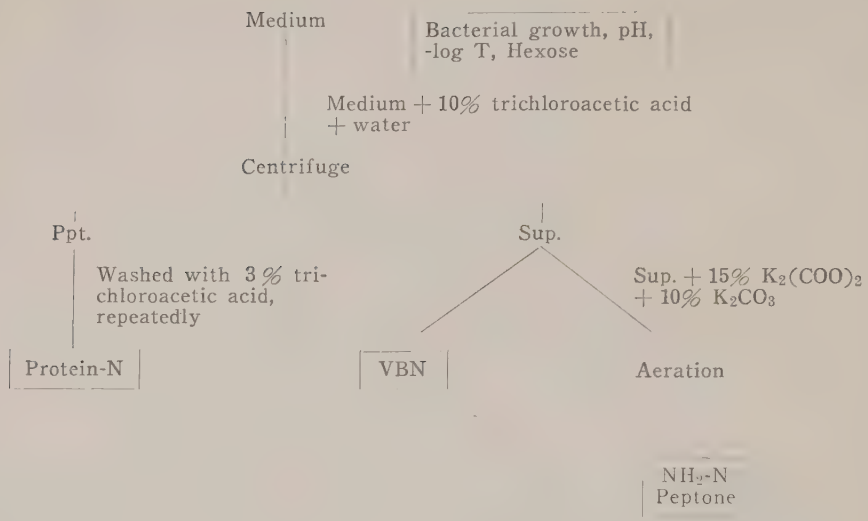


Fig. 1. Procedure and item of determination.

3) Hexose: Orcine を用いる Rimington の法[3] によつた.

4) Protein-N: 培地 15cc に 10% trichloroacetic acid 5cc と水 10cc を加えて遠心分離し, 得られた沈澱を 3% trichloroacetic acid で数回洗滌後 Kjeldahl 法で測定した.

5) VBN (揮発性塩基窒素): 除蛋白液を Conway の微量拡散分析法で測定した.

6) NH_2-N (アミノ態窒素): 除蛋白液 15cc に 15% $K_2(COO)_2$ 5cc 及び 10% K_2CO_3 5cc を加え 45 ± 1°C で 2 時間通気後 Van Slyke 法で測定した.

7) Peptone: NH_2-N 測定用のものを松本等[4] に準じて Biuret 反応で呈色せしめ spectrophotometer (日立 EPB-V型) で 555mμ の吸収を測定した. 詳細は後述する.

実験結果及び考察

I 菌の増殖

結果を Fig. 2 に示した. 増殖は 3～6 日で maximum になるが, 実験期間が長いために生菌のみならず死菌も共に測定していると考えられ, 大体の傾向を知り得るのみである. Peptone の入つたものが増殖状態は最も良く, 糖添加, 無添加の順に悪くなるが, 糖の影響は余り顕著ではなかつた. *Esch. coli* を用いた前回の実験[1] ではこの差はかなりはつきり認められたが, これは菌種の差によるものと考えられる. 糖の添加量を更に増せば, 糖の影響がはつきりすると考え 0.1% の galactose を加えた所, 生成される酸のため蛋白の沈澱を生じ光電計を用いての菌の増殖測定が不可能であつた.

II pH

結果を Fig. 3 に示した. 糖添加及び無添加培地の pH はいつたん下がつてまた上昇するのに対し, peptone 添加培地は初めから上昇するのみで pH 9.0 付近で一定となつた. 前

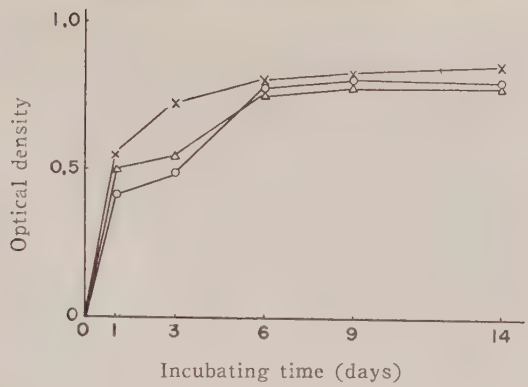


Fig. 2. Bacterial growth in various mucus solutions.

○——○ mucus solution
△——△ mucus solution + 0.025% galactose
×—— × mucus solution + 0.5% peptone

Three marks used above are common to all figures in this report, except Fig. 5.

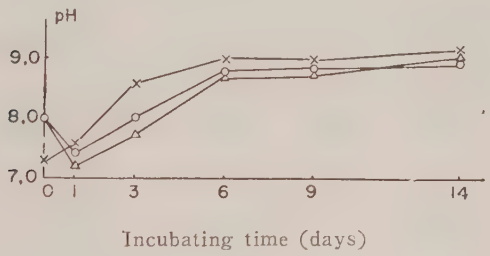


Fig. 3. Changes in pH in various mucus solutions.

二者の pH が下がるのは糖の利用による酸の生成のためと考えられ，粘質物構成糖も分解利用されていることが推察されるが，これは次の hexose の結果によつて裏づけられる．基礎培地に peptone を添加すると pH がやや低下したかそのまま実験に供した．培地の pH が酸性になるとアミノ酸は細菌によつて分解される際 amine を生じ ammonia を生じないことが確かめられているが，[5] peptone 添加培地の pH が低いといつても 7.3 であつて分解産物に差異を与える程大きな低下ではない．初期 pH の差異が本実験の各種生産物の変化に及ぼす影響は無視してよいと考えた．

III Hexose

結果を Fig. 4 に示した．Peptone 添加のものは余り減少しないのに対し他の二者は 3 日目頃まで顕著な減少が見られ，粘質物構成糖の約 1/2 迄分解された．これは前述の pH の低下と考え合わせてうなずける．

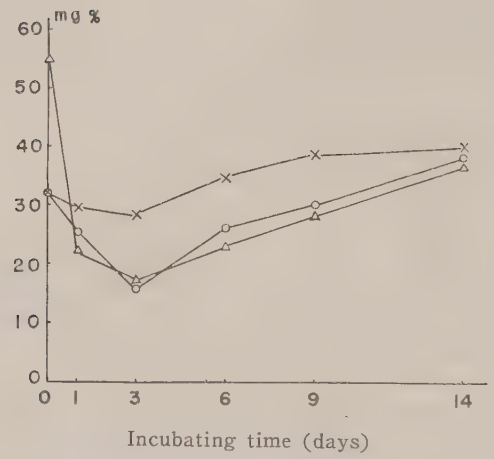


Fig. 4. Changes in hexose in various mucus solutions.

一般に細菌がエネルギー源として最も利用し易いのは糖であり，次に窒素化合物である．しかるに培地に窒素源を加えると粘質物構成糖は余り分解されなかつたので，粘質物構成糖は細菌によつて資化され易い形では存在しないものと考えられる．なお3日を過ぎる頃から逆に hexose の増加が見られた．Hexose 測定資料は増殖した細菌を含んだままなので，この増加は細菌性多糖類によるものではないかと考え，カゼインを 0.1% NaOH に溶かし HCl で pH を 7.0 にしたものと，これに 0.025% galactose を加えたものとで

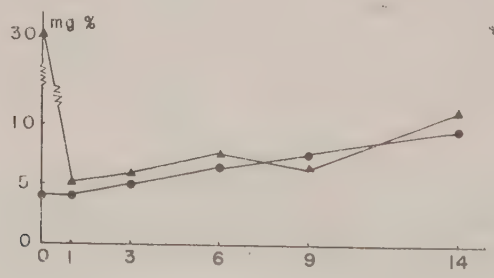


Fig. 5. Changes in hexose in casein solutions.
●—● casein solution
▲—▲ casein solution + 0.025% galactose

同様の実験を行なつた．結果は Fig. 5 のようであつた．菌の増殖が余り良くなかつたので顕著ではないが，やはり hexose の増加が後期に見られた．粘質物培地における3日目以後の hexose 増加は細菌性多糖類によるものと考えてよかろう．

IV Peptone 及び Protein-N

Peptone は蛋白質が分解されて行く途中の生産物として当然考慮さるべきものであるが，これについての適当な測定法が見当らなかつた．松本等[4] は Biuret 反応による蛋白質の定量法を改良しているが，peptone も peptide 結合を有するから Biuret 反応で呈色する．そこで松本等[4] の条件に従つて呈色させた peptone（ポリペプトン，大五栄養化学製）の吸収曲線を求めると 555 mμ 付近に吸収極大を示したので，555 mμ における peptone 濃度と吸光度の関係を調べた．吸光度 0.05～0.25（peptone 濃度 0.1～0.75 %）において Beer の法則が成立することが分かつた．勿論厳密な定量値を求めるには種々検討すべき点が多く，例えば peptide chain が長いと青紫色を呈し短くなるにつれて赤味が強くなるので問題は多いが，前記吸光度内での吸光比を比較すれば peptone の増減傾向は分かるわけである．

Peptone 及び protein N の変化を Fig. 6 に示した．

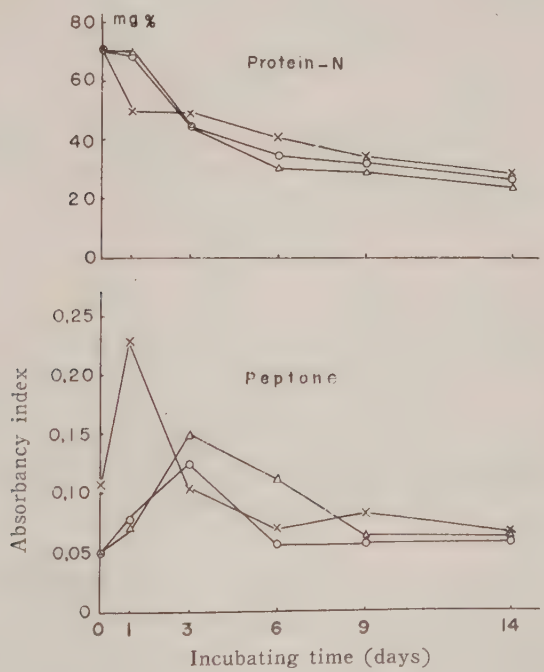


Fig. 6. Changes in protein-N and peptone in various mucus solutions.

Peptone 添加培地では，1 日後において peptone の増加と protein-N の減少が著しく，明らかに粘質物蛋白の分解を示している．3 日後には protein-N の変化はほとんどなくて peptone のみ急激に減少し，以後 protein-N, peptone 共に僅かずつ減少する．これに対し他の二者はほぼ同様の傾向を示し，1 日後は protein-N, peptone 共に大きな変化はないが 3 日後には protein-N の減少と peptone の増加に相関々係が見られる．以後

peptone, protein-N 共に徐々に減少することは peptone 添加培地と同様である．Peptone 添加のものは蛋白の分解が最も進み，糖添加のものは所謂 protein sparing effect を示すかもしれないと考えたが，初期にその傾向を見せただけで6日以後の残存 protein-N は peptone 添加のものが最大値を示した．菌の増殖を考え合わせると，3～6日以後の protein-N の変化は菌の生活作用によるものではなくて菌体外酵素によるものと推察されるので前記の結果もそのためではないかと考える．

V NH_2-N 及び VBN

結果を Fig. 7 に示した．NH_2-N は peptone 添加のものが減少の一途を辿るのに対

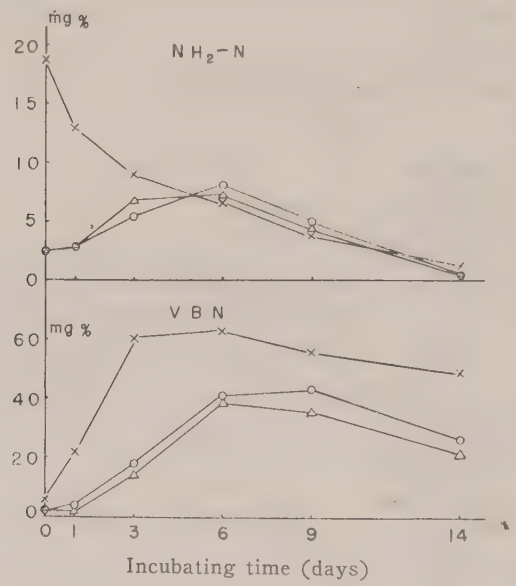


Fig. 7. Changes in NH_2-N and VBN in various mucus solutions.
VBN : volatile basic nitrogen.

し，糖添加及び無添加のものはほとんど同様の変化を示す．培養後期の pH は 9.0 付近にあり，脱アミノ酵素の至適 pH は 7.5～8.5 であるから14日目にほとんど分解されているのも当然であろう．

VBN は peptone 添加のものが最大値を示すがこれは前記の諸結果から当然うなずける結果である．これに較べると糖添加及び無添加のものは遙かに少なく両者ともよく似た増減を示した．日引等[6]は魚肉の腐敗に及ぼす炭水化物の影響を調べ，糖類が存在すると腐敗によって pH が低下し VBN の生成が抑制されることを示した．その実験条件は糖の添加量が2%以上の大量であり pH も 6.0 以下に低下しているので脱炭酸酵素の作用が考えられるが，trimethylamine, histamine は生成が抑制されたことを指摘している．本実験においても糖添加及び無添加のものは hexose が分解され pH が低下することを知つたが，

糖の添加量は微量であり pH 低下も最低 7.2 であつたから，VBN の生成抑制が酵素作用の変化によるものとは考えられない．しかも日引等[6] と類似の現象を示したのは興味ある処で，VBN の生成抑制の原因を pH のみに求めるのは危険であろう．

窒素化合物について総覧すると，分子量の大きなものから小さなものへと分解して行く過程は中間生成物の極大値が順次おくれて行く点でよく窺われる．

摘　　要

鯖の体表面粘質物の腐敗過程を調べるため，粘質物溶液，粘質物溶液 + 0.5 % peptone 及び粘質物溶液 + 0.025 % galactose の 3 種の培地を作り，腐敗初期の鯖の体表面から釣菌した腐敗菌の混合を接種して腐敗に伴う変化を比較検討した．その結果次のような事実を知つた．

1) Peptone のような利用し易い窒素源を加えると，初期の粘質物蛋白の分解は促進され，また添加糖は初期に protein sparing effect をかすかに示すが，両者共に終局の蛋白分解量には大きな影響は与えない．

2) 粘質物中の構成糖は約 1/2 位は分解利用されるが，その結合状態は細菌によつて利用され易い形ではないらしい．

3) 粘質物の腐敗においては揮発性塩基窒素の生成は少ない．

本研究の一部は文部省科学研究費によつた．記して謝意を表する．

文　　献

1) 榎本則行・冨安行雄，1958. 九大農学芸誌，**16**：601.
2) 冨安行雄・榎本則行，1957. 九大農学芸誌，**16**：323.
3) Rimington, C., 1940. Biochem. J., **34**：931.
4) 松本重一郎・金光庸俊，1955. 日水誌，**21**：284.
5) Stephenson, M. and Gale, E. F., 1937. Biochem. J., **31**：1316.
6) 日引重幸・清水亘，1959. 日水誌，**24**：913.

Résumé

In the previous paper,[1] the authors reported that bacterial growth in mucus was meager but it was fairly increased either by the addition of galactose or after the hydrolysis of the mucus. It is a well-known fact that the bacterial growth in protein is promoted by adding suitable nitrogen source such as peptone and amino acids.

Considering these facts, three media, namely mucus solution, mucus solution plus 0.025 % galactose and mucus solution plus 0.5 % peptone, were inoculated with the mixed putrefactive bacteria obtained from the surface of loach at the initial

stage of putrefaction. The putrefying process of these media was investigated for 14 days, and the following results were obtained:

1) Initial decomposition of the mucus protein was promoted by adding peptone but delayed slightly by adding galactose, though there was no considerable difference between them in the amount of final protein decomposition.

2) The combination of mucus-polysaccharide with mucus-protein does not seem to be a suitable form for bacterial growth, about half amount of mucus-polysaccharide being utilized.

3) The formation of volatile basic nitrogen was meager in the putrefaction of mucus.

毒物に対する魚の反応に関する研究—I.

魚類の嫌忌反応を試験するための濃度傾斜槽

石　尾　真　弥

日本水産学会誌
第二十六巻　第三号　別冊
昭和三十五年三月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 26, No. 3, March 1960.

毒物に対する魚の反応に関する研究—I.

魚類の嫌忌反応を試験するための濃度傾斜槽

石 尾 真 弥

(1959 年 12 月 17 日受理)

THE REACTIONS OF FISHES TO TOXIC SUBSTANCES—I. NEW DESIGNED GRADIENT TANK FOR STUDYING AVOIDANCE REACTIONS OF FISHES.

Shinya Ishio*

A number of investigators have devised avoidance tanks of different types for studying the reactions of fishes to toxic substances, atmospheric gases or temperature (1)~(7). Those tanks were, however, not so convenient for the performance of studies as mentioned above, because of the unstability of toxic gradient formed, and the difficulty of operation for the tank to work properly. Especially, it made the accomplishment of the studies difficult to have to repeat the tests, making use of various concentrations of a toxicant and also exchanging used fishes for unused fishes in each test.

The present author has made a new designed gradient tank in which the concentration of toxicant introduced at one end decreased gradually with the distance that the stream moved down toward the outlet at opposit end. When fishes were put into the tank, they detected the unfavorable concentrations of toxic gradients and escaped away to the safe concentrations. The estimation of the concentrations of toxic substances which fishes avoid of, or prefer for has become, therefore, much easier than before.

This paper, thus, deals with the structure of the new tank and the gradients formed in it.

1931 年 Shelford および Allee[1] は両端からそれぞれ性質の異つた水を注入し，中央から排水する水槽を作つた。この水槽内では，二種の水は，一方から他方へ互いに拡散するので，排水口を中心に毒物の濃度傾斜ができる。しかし，実際には図に示されたような傾斜を与えず寧ろ層が重なり合い，研究には役立て難い。1938 年，Doudoroff[2] は多数の出入口をもつ傾斜槽を作つて，温度の傾斜に対する魚の反応を試験した。しかしながら，この水槽は甚だ複雑で，適当な温度傾斜を維持するために，出入する温水，冷水の調節が甚だ難かしいように思われた。1947 年に，Jones[3] は Shelford 等と同じ原理にしたがつて，水平に置かれた円筒形の水槽を作つた。この円筒内では，不安定な濃度傾斜は除かれ，毒物と清水の間の境界は寧ろ明瞭に保たれるように工夫された。遡つて，1922 年に Chidester[4] は毒物を含む水と清水が，各二つの細長い水路を通り，第三の水溜めに入るように水槽を作つた。魚は最後の水溜めからいずれの水路にも行き得るようになつているものである。同じ原理にもとずいて，1924 年に高安[5]，1939 年に大谷[6]，1956 年に Jones 等[7] がそれぞれ特徴のある嫌忌槽を考案した。しかしながら，従来のこれらの水槽を用いて嫌忌濃度を知るためには，注入毒物の濃度を変え，その都度供試魚を換えて，何度も試験を繰り返さねばならない。これは煩わしくて不便である。現著者は，一回，多くとも二回の試験で嫌忌濃度が判明できるように，新しい嫌忌槽を考案したので，その構造並びに水槽内に作られる濃度傾斜について報告することとする。

* 九州大学農学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem., Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka)

嫌忌槽の構造

新水槽の特徴は，Fig. 1 に示すように，水槽内が砂の層 (S) によつて上下二段に仕切られていることである。この水槽の下の段には清水を導入し，砂層を透して常に上の段に滲み出るようになつている。上の段の左端から毒物溶液を注入すると，砂層から出て来た水によつて稀釈され，右方へ進むにつれて益々稀釈され，水槽中に毒物の濃度傾斜ができる。この中に魚を放すと，魚は自身が嫌悪する濃度から退却するので，適当な濃度傾斜さえ与えれば，嫌忌濃度は容易に判明するわけである。これらの魚の行動を観察するために，水槽前面には厚さ 6 mm のプラステックの透明な板が用いられている。

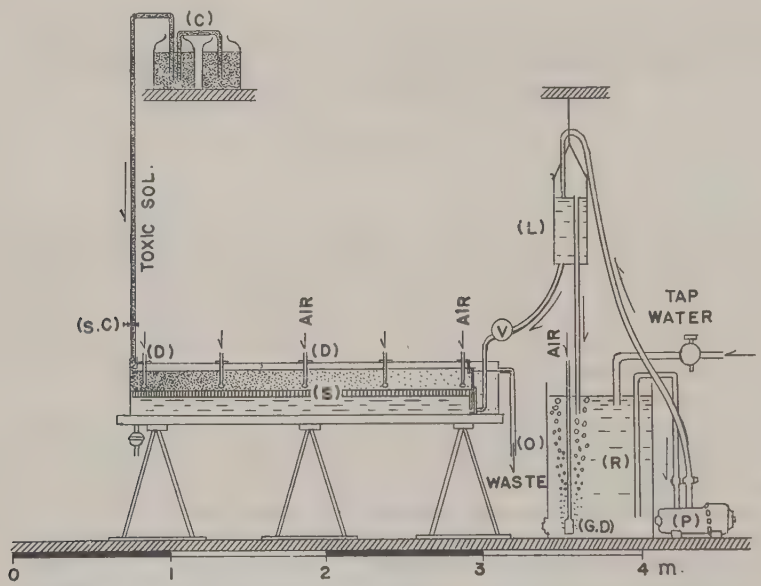


Fig. 1. Diagram of gradient tank used in studies of avoidance reactions of fishes.
(C) Container for toxic sol., (S. C) Screw pintch conk, (D) Diffusers, (S) Sand layer, (O) Duct for waste, (L) Level maintainer, (R) Reservoir of tap water, (G. D) Giant size diffuser, (P) Pump, (V) Valve.

水槽中で毒物の濃度傾斜が具合よく作られるためには，清水と毒物溶液の注入速度が変動しないことが望ましい。このために，清水はポンプ（P）によつて清水の貯槽（R）から，一旦水位保持槽（L）に揚げられ，そこから水量調節弁（V）を経て水槽内に供給される。毒物溶液を入れた壜は高所に置かれ，そこからスクリューピンチコック (S. C) を通つて水槽へ供給された。水位保持槽は弁（V）にかかる水圧を一定にするのに対し，毒物溶液を入れた壜の高い位置は，壜内の水位が低下しても，コック（S）にかかる水圧の変化を小さくするように働く。このために清水および毒物溶液の両方とも，一定の水圧をもつて各調節器を通過する。したがつて水槽への清水および毒物溶液の供給は試験期間中ほとんど一定に保つことができた。この水槽は長さ 235 cm，幅 30 cm，高さ 30 cm である。通常約 3 l/min. の速度で清水を供給し，40 乃至 80 ml/min. の速度で毒物溶液を供給する。このような条件では，水槽下段に供給された清水が，水平方向に動く速度は，最も速度の大きな右端で毎秒 1.4 mm 前後であり，水槽内下段の水は静水と看做し得る。したがつて砂層の下面に加わる水圧は，どの部分をとつても一定のはずである。この事実は，水槽の機能を水力学的に考える時に重要である。清水は砂層を通る時，比較的大きな速度で通過する。砂層を通る水の速度は，砂の粒子間の間隙が狭い程大である。したがつて砂の粒子が余り小さくなると，水の通過速度が大き

くなつて砂を吹き上げる。著者は 58 と 72 メッシュの篩で篩い分けた細砂を最初に用いた。この砂は幾分細過ぎるようであつた。後程 8 と 14 メッシュの間の粗砂を用いたが，効果はよかつた。砂はアルミアングルとアルミ棒からできた枠の上に，14 メッシュのアルミ網を敷き，その上に厚さ 2.5 cm の層になるように置いた。塩酸などを水槽中に流せば，これらのアルミ材料の腐蝕が心配されたが，砂層を通る時の水の大きな上昇速度のために，塩酸はこれらのアルミ材には達せず，聊かもその影響を受けなかつた。粗砂の代りに細砂を用いた時は，アルミ網の上にさらにナイロン布地を敷いたが，清水中の溶存ガスが，ナイロン布地の繊目を膨らませ，泡を吹き上げ，その跡に水が噴出した。どちらかといえば，細砂より粗砂を用いる方が実験を進める上に遙かに面倒が少い。

毒物溶液は一旦水槽の左端に設けた小さな貯槽に入り，貯槽の前面に等間隔に穿つた多数の小孔から出て清水と混ずる。水槽 5 ヶ所の位置に設けた通気管からの気泡は，水の流れに溶存酸素を供給するのみならず，穏かな攪拌を与える。このために毒物溶液は，さもなければ流れの表面に拡がつて流れるところを，その位置で，上，中，下層よく混合し，濃度の間に差異がなく水槽内を流れ，水平方向には好ましい安定な濃度傾斜を与えた。このようにして毒物溶液は，砂層を透して出て来る水に稀釈されながら右へ進み，最後に堰を越え，導管（O）を経て外に排出される。堰の直前には，表面流を防ぐために，一枚のプラステック板が水の流れを横断して，水面に 1 cm の深さに挿入されている。

塩素滅菌を施した水道水を使用する場合には，Fig. 1 に示したような清水の貯槽（R）を少なくとも 2 個以上用意し，チオ硫酸ソーダを加えて残留塩素を分解しながら交互に水を使うことが望ましい。また溶存酸素の不充分な清水を使用する際には，大型の通気管 (G. D) を用いて通気することが望ましい。水槽および貯槽に送る空気は，圧搾ポンプまたは酸素ボムベ等を利用し得るが，水圧の強い水道水のところでは水流ポンプと 10 立程度の硝子壜を利用して容易に作り出すことができる。

毒物の濃度傾斜

水槽に注入される毒物の濃度を C_0 p.p.m., 注入速度を $v_0\ l$/min. とすれば，毒物が定常状態を保つて流れる限り，水槽内のどの位置をとつても，その点の横断面を通過する毒物の量は一定であり，水槽に対して 1 分間に注入された毒物の量，すなわち C_0v_0 mg に等しい。この量の毒物が水槽を右方へ流れるにしたがつて砂層から滲み出る清水によつて稀釈される。今清水の注入量を $v_w\ l$/min. とすれば，堰を越えて流れ出る水の量は毎分，$v_0+v_w\ l$. である。砂層の全長を L cm とすれば，砂層の中点にある横断面を毎分通過する水量は $v_0+\frac{1}{2}\cdot L/L\cdot v_w$ である。一般に毒物注入口側から測定して任意の距離 X cm の点にある横断面を通過する水の量は $v_0+X/L\cdot v_w$ で表わされる。したがつて任意の距離 X cm における毒物の濃度 C_X は，（I）式で示されるはずである。

$$C_X=\frac{C_0v_0}{v_0+\frac{X}{L}\cdot v_w} \qquad \cdots\cdots(\mathrm{I})$$

したがつてまた，毒物の濃度傾斜 $\Delta C_X/\Delta X$ は（II）式で示される。

$$\frac{\Delta C_X}{\Delta X}=-\frac{1}{L}\cdot\frac{C_0v_0v_w}{\left(v_0+\frac{X}{L}v_w\right)^2} \qquad \cdots\cdots(\mathrm{II})$$

また特に $X=0$, および $X=L$ の時，すなわち毒物の注入口附近および水槽の出口附近の毒物濃度の傾斜はそれぞれ，

$$\frac{\Delta C_X}{\Delta X}=-\frac{1}{L}\cdot C_0\cdot\frac{v_w}{v_0},\qquad \frac{\Delta C_X}{\Delta X}=-\frac{1}{L}\cdot C_0\cdot\frac{v_0}{v_w}\qquad (\text{ただし } v_0\ll v_w \text{ の時})$$

で示される。このように，毒物の濃度傾斜は，水槽の長さが長くなると緩やかになり，注入毒物の濃度が高くなると峻しくなる。毒物注入口附近では，清水の注入速度に比例し，毒物の注入速度に逆比例するが，排

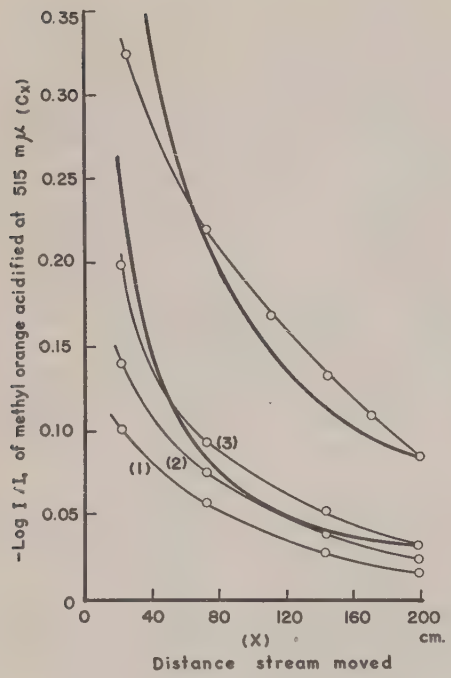


Fig. 2. Gradients of concentrations observed and computed of methyl orange. Bold lines are curves computed from equation (I), thin lines curves observed (1) at 30 min. (2) at 65 min. and (3) at 125 min. after beginning of the supply of methyl orange.

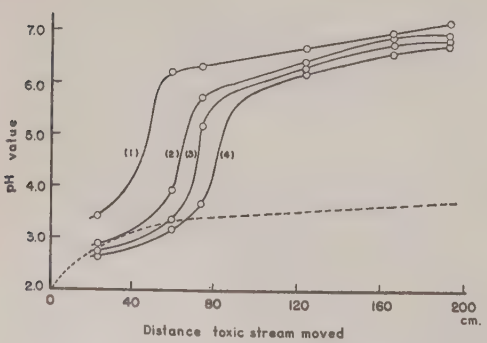


Fig. 3. pH gradient formed by adding HCl to hard water.
Those gradients were established (1) at 30 min. (2) at 65 min. (3) at 95 min. and (4) at 125 min. after supplying HCl

水口附近ではこの関係は逆になる。

実際に水槽に methyl orange を流し，種々の位置から採水し，その酸性色を波長 515 mμ で測定してみた。測定結果は，（I）式から得た理論値とともに，曲線として Fig. 2 に示した。定常状態に達するまで，濃度曲線は，図中に (1), (2), (3) と示したように，次第に理論の曲線に接近したが，完全には重ならなかつた。殊に毒物の注入口附近では一致しなかつた。その理由は，この附近で毒物の濃度傾斜が最も強く，毒物の拡散作用が濃度傾斜の緩漫化に強く働くからである。したがつて実際に理論式が，濃度傾斜を知る上に役立つ流れの範囲は，毒物注入口から約 20 乃至 30% より 100% までの距離の間である。この範囲内で手取り早く濃度傾斜を知るためには，水槽内の二地点の濃度の比を（III）式から求めるのが便利である。

$$\frac{C_X}{C_L}=\frac{v_0+v_w}{v_0+\frac{X}{L}\cdot v_w} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(\mathrm{III})$$

ここに C_L は非水口における毒物濃度である。例えば毒物の注入量 v_0 を毎分 50 ml. 清水の注入量を毎分 3000 ml. とすれば，毒物注入口からの距離 30% と，排水口，すなわち 100% の位置の濃度の比は，$C_{0.3}/C_{1.0}=(50+1.0\times3000)/(50+0.3\times3000)\fallingdotseq5/1$ となる。このようにして求めた濃度の比は，実際に求めた値とよく一致する。この範囲の流れでは濃度傾斜が比較的直線に近いことからでも明らかである。

毒物が清水中の溶質と反応する場合には，毒物の濃度および傾斜は（I）～（III）式によつて求められない。例えば水槽に塩酸を流した場合に pH 値は Fig. 3 に見られるような曲線を画く。これは加えた塩酸が清水中の重炭酸イオンと反応するためであつて，水素イオン濃度が，単に稀釈される時は pH 値は図中の点線で示されるはずである。塩酸を加え始めてから定常状態に至るまでに曲線は (1) から (4) の方向に移動するが，やがこの位置に停まる。流れの距離の変化に対して pH 値が最も大きく変化するところは，pH 4.5 附近である。この pH では，強酸の緩衝能 $\beta=2.30[H^+]$ も，炭酸および重炭酸の緩衝能 $\beta=2.30\times(3\times10^{-7}\times C\times[H^+])/(3\times10^{-7}+[H^+])^2$ ともに小さな値であり，両者ともに緩衝作用を示さない。したがつてこのような結果になるのであろう。

結　　語

この水槽内に形成される毒物の濃度傾斜はかなり安定で，魚の動きによつて乱されない。また濃度の傾斜は水槽の設計の如何によつても決るけれども注入毒物の濃度および注入速度，清水の注入速度の加減によつて自由に変えることができる。毒物の濃度傾斜を強めて魚の動きから大約の嫌忌濃度を把握し，傾斜を緩かにして精密に求めることができる。しかしながら紙面の都合で何等これらの点に触れ得なかつたことは残念であるが直ちに第Ⅱ報以降で述べていきたいと思う。

この報告の終りに臨み，この研究の達成に心からなる援助を惜しまなかつた Purdue 大学衛生工学教授 Don E. Bloodgood 博士に深尽なる謝意を表するものである。

文　　献

1) SHELFORD, V.E., and ALLEE, W.C.: Jour. Exp. Zool., **14**, 207 (1913).
2) DOUDOROFF, PETER: Biol. Bull., **75**, 494～509 (1938).
3) JONES, J.R.E.: Jour. Exp. Biol., **24**, 110 (1947); also KLEIN, L.: Aspects of River Pollution, London and New York (1957).
4) CHIDESTER, F.E.: Amer. Naturalist, **56**, 373 (1922).
5) 高安三次：北水試報告 (1924).
6) 大谷武夫他：本誌，**5**, 281 (1939)；田村　正：水産増殖学，東京 (1956).
7) JONES, B.F., WARREN, C.E., BOND, C.E., and DOUDOROFF, P.: Sewage and Ind. Wastes, **28**, 1403 (1956).

PRINTED BY
KOKUSAI BUNKEN INSATSUSHA
SHINJUKU-KU, TOKYO

毒物に対する魚の反応に関する研究—II.
酸に対する魚類の反応*

石 尾 真 弥

(1960 年 7 月 1 日受理)

THE REACTIONS OF FISHES TO TOXIC SUBSTANCES—II.
THE REACTIONS OF FISHES TO ACIDS.

Shinya Ishio**

In previous paper (1), the present author was able to introduce only about the structure of a new gradient tank and the principle of formation of toxic gradient in it.

This paper deals with the method of avoidance tests of fishes applying the new tank, in combination with the reactions of Gin-buna, *Carassius auratus* (L.) and bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus* to acid gradients resulted from adding hydrochloric acid to soft water and hard water. Some data of those tests proved the fact that against pH gradient, Gin-buna were able to approarch fairly acid water with pH as low as 2.8 when the concentration of carbonic acid was lower than 18 p.p.m., whereas bluegill sunfish could approarch only pH 5.8 where the concentration of carbonic acid was 240 p.p.m. Although the pH 2.8 for Gin-buna and the 240 p.p.m. of carbonic acid for bluegill sunfish are presumed to be quickly fatal (4), (9), it is safely to say that those fishes can avoid of fatal concentrations of either hydrogen ion or carbonic acid with a high frequency more than 70 per cent of total avoidance.

前報[1]では，新考案の濃度傾斜槽の構造と濃度傾斜の生成機構を述べることにとどまつた。この報告では嫌忌試験の方法と，軟水に塩酸を加えて生成された酸の濃度傾斜に対するギンブナの反応および硬水に塩酸を加えて生成された酸の濃度傾斜に対する bluegill sunfish の反応について述べる。

実験の結果，ギンブナはしばしば pH 2.8 まで到達し得ること，bluegill sunfish は 5.8 より低い pH の水に泳ぎ込まないことが判明した。両種の魚はともに酸に強い魚として知られるが[2]，このような行動の差異は，水中の炭酸濃度に起因することを明かにした。また嫌忌濃度は必ずしも致死濃度より低くないが，70% 以上の頻度をもつて両種の魚は致死的な水素イオン濃度あるいは炭酸濃度から回避し得る能力のあることを証明した。

嫌忌反応の試験法

魚を傾斜槽に放すと，種類によつて，群を作り水槽内を往復するもの，一定位置にとどまつて殆んど動きを示さないものなど様々である。しかし塩酸のような毒物を，水槽の左端から注入し始めると，魚の分布は次第に右方に片寄つて，遂には右端に追いつめられてしまう。塩酸の注入量，あるいは濃度を適当に加減すると，魚は塩酸のある濃度の点に達して引返すようになる。したがつて塩酸に対する嫌忌濃度を求める方法として，魚が引返す位置の塩酸の濃度を求めれば良いはずである。しかしながら，魚には個体差があるから全部の魚がその濃度の地点に到達するとは限らない。大部分の魚は遙か低濃度から退却する。ある一定時間内に魚が到達し得る最高濃度の位置，すなわち分布の上限を記録することは容易である。しかし，より低濃

* 本研究の大要は昭和 35 年 4 月，東京における日本水産学会にて発表した。

** 九州大学農学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem. Fac. Agr. Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

度から退却する大部分の魚の位置を記録することは困難である。このために，一定時間毎に水槽内の全供試魚の平均位置を求め，その位置の塩酸濃度から，平均嫌忌濃度を推定した。

全供試魚の平均位置を求めるために，水槽内に等間隔の7箇の区画を仮定した。すなわち，水槽の中央部を0の区画とし，濃度の高くなる方向に向つて +1，+2，および +3，低くなる方向に −1，−2，および −3 の区画を設けた。また水槽の中央を起点として，高濃度側に0から +100 までの等間隔の10目盛りをつけた。低濃度側には同じく 0 から −100 までの目盛りをつけた。

この水槽に通常 11 尾の魚を放し，充分水槽に馴れた後，2分 30 秒毎に各区画に分布する魚の尾数を記録し，その時間の間に魚が到達し得る毒物の最高濃度の位置を，水槽につけた 0 から ±100 までの目盛りの読みとりによつて記録した。

魚が水槽内の毒物の濃度を極端に嫌悪すると，全供試魚は −3 の区画に逃げ込み，そこには魚が逃げ得る余地は少しも残されていないので，この場合の魚の平均位置は −100 の値をとるものと規定した。また水槽全体に平均に魚が分散するとき，あるいは水槽中央に集まるときには，その平均位置は0の値をとるようにつぎの計算式で求めた。

$$\text{魚の平均位置} = \frac{100}{N \times 3}\left\{3 \times (n_3 - n_{-3}) + 2 \times (n_2 - n_{-2}) + (n_1 - n_{-1})\right\}$$

ここに N は全供試魚の数である。n_3，n_{-3} 等はある時間に各区画に存在した魚の数を示す。n の右裾の数字は区画の番号である。

このようにして時間の経過とともに魚の動きを記録しつつ，ある時間の経過の後に毒物の注入を開始した。注入後適当の時間々隔で，水槽の7乃至8箇所から一斉に採水し，毒物の濃度を定量した。定量法は使用毒物の種類によつて異るが，定量法そのものが困難な毒物，あるいは水槽中の毒物濃度が極端に低くなり，直接の定量が困難な場合には，魚の行動に影響を与えない程度に，供試毒物に一定割合に塩化ナトリウム，あるいは Alizarin sodium sulfonate のような色素を混じ，塩素イオンの定量，あるいは分光々度計による色素の定量によつて間接的に毒物濃度を求めた。塩酸の場合には pH 値の測定とともに，無機酸度および全酸度の差を求めて炭酸濃度を測定した。人手の足りない時には，pH 値と塩酸に混じた色素の定量値から炭酸濃度を求めた。このようにして各時間の毒物の濃度傾斜が得られるので，それらの測定時間に，ある毒物濃度は水槽のどの位置に存在するか判明する。したがつてこれらの濃度の位置を Fig. 1, 3 および 4 に示したような魚の反応図の，該当する時間の上に印し，各時間にわたつて等濃度の点を結んでいけば，これらの図に見られるような等濃度線が画ける。したがつて時間の経過とともに起る濃度傾斜の変化を知ることができる。

このような方法によつて，ギンブナ *Carassius auratus* (L.) と bluegill sunfish の塩酸に対する反応を試験した。

塩酸に対するギンブナの反応

全長 13〜14 cm のギンブナ 11 尾を水槽に放し，餌を与えることなく2日間飼い馴らした。試験開始前，水槽左端，+100 の位置で水温 14.0°C, pH 7.58，水槽右端，−100 の位置で 14.4°C, pH 7.63 を示した。pH の測定は硝子電極法によつた。この清水は遊離塩素，その他の疑わしい毒物を含まない。溶存酸素は充分量である。

40 分間の blank test の期間，ギンブナは群を作つて頻繁に水槽内を往復したので，魚の平均位置は Fig. 1 に見られるように大きな振幅をもつた短い波長の波形で示された。殆んど毎回先頭の魚は +100 の位置まで達するので，分布の上限は +100 の位置に示されている。90 分に，0.025 N の塩酸溶液を毎分 26.5 m*l*. の速度で +100 の位置から注入し始めた。清水の供給量は毎分 3.3 *l* にした。塩酸の流れが水槽内で定常状態になつた後，180 分から 300 分にわたつて魚の分布の上限 (Fig. 1. 細線) と，分布の平均位置 (Fig. 1. 太線) を記録した。分布の上限は，ほぼ pH 6.5 から 2.9 の間に示されている。分布の平均位

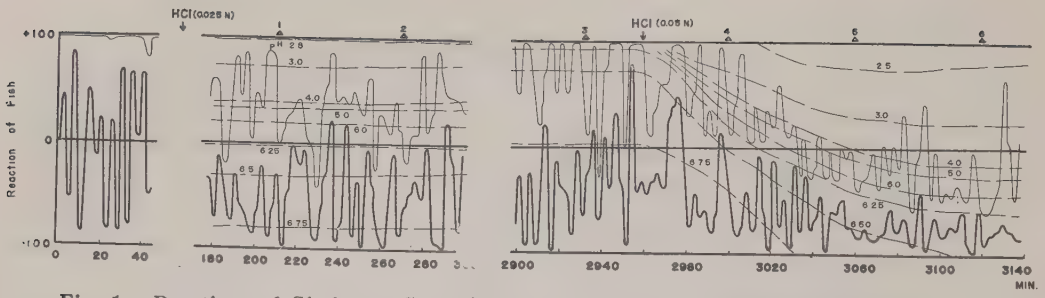


Fig. 1. Reactions of Gin-buna, *Carassius auratus* (L). to acid gradient resulted from adding hydrochloric acid to soft water.
Bold line shows mean distributions of fish. Thin line represents upper limits of the distributions. Chain lines are iso-pH lines. Small triangles put down on a top line mean the time when sampling were done for determination of pH and carbonic acid.

置は大体 6.25 以上の水中に見られた。塩酸の注入はその儘続けられたが，約 48 時間までには注入量が次第に低下し，2930 分には水槽の左端で pH 6.22, 右端で 6.90 を示した。2960 分に 0.05N の塩酸溶液の注入を開始した。pH の傾斜は時間の経過とともに峻しさを増し，ギンブナは後退し始めた。しかしながら魚の分布の上限は，180 分から 300 分の間に見られたものと大差なく，pH 6.5 から 2.7 の間に観察された。分布の平均位置は pH 6.25 以上の水中に見られた。

pH 値の測定とともに，炭酸濃度を測定し，その濃度傾斜を Fig. 2 に示した。この実験期間を通して，炭酸濃度は $CaCO_3$ として 30 p.p.m. を越えなかつた。後述の bluegill sunfish の試験結果と比較するために，炭酸そのものの濃度に換算すると，その濃度は 18 p.p.m. 以下である。炭酸濃度の最高の位置は pH 4.0 と 5.0 の間にあり，その両側で低い pH 値になつている。これは pH 4.5 以下の位置では，塩酸が重炭酸塩をことごとく分解し，生成した炭酸が底部からの気泡送入によつて気化し，気化量は気泡との接触時間の長さに比例するからである。pH 4.5 以上の位置で再び低くなるのは底部から供給される清水の稀釈と気化の両作用による。

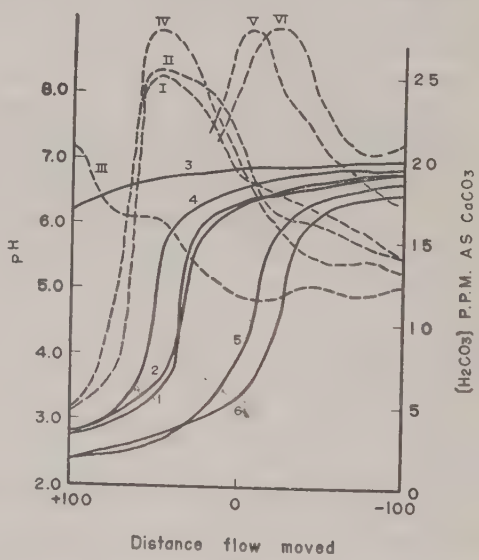


Fig. 2. Gradients of pH and concentration of carbonic acid when hydrochloric acid was added to soft water in the gradient tank. Solid lines are for pH, and dashed lines for carbonic acid. Figures show the order of sampling seen Fig. 1.

この実験は 72 時間継続された。この時間に pH の傾斜は +100 の位置で 5.56, −100 の位置で 6.70 に弱まつていたが，試験期間を通じて，ギンブナに何等の異常も見られなかつた。

塩酸に対する bluegill sunfish の反応

この実験は，著者が Purdue 大学* の衛生工学の研究室で行つたものである。体長 12～14 cm の bluegill sunfish 13 尾を同じ構造の水槽に放し，10 時間水槽に馴らした。100 分間の blank test の期間を通して，

* (West Laffayette, Indiana, U. S. A.)

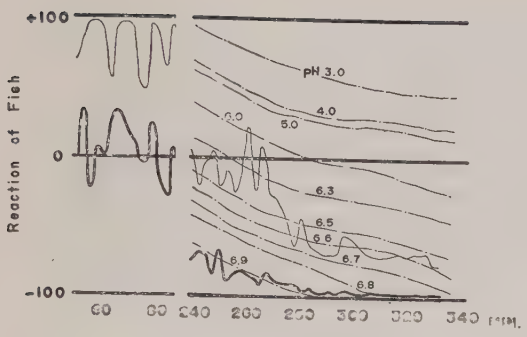


Fig. 3. Reactions of bluegill sunfish to acid gradient resulted from adding hydrochloric acid to hard water.

Bold line shows mean distributions of fish. Thin line represents upper limits of the distributions. Chain lines are iso-pH lines.

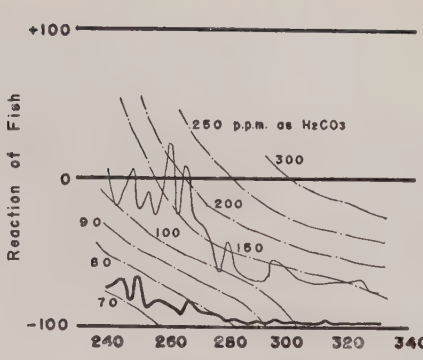


Fig. 4. Reactions of bluegill sunfish to carbonic acid resulted from adding hydrochloric acid to hard water.

Bold line and thin line are the same with those illustrated in Fig. 3. Chain lines are iso-concentration lines of carbonic acid.

魚は水槽全体にほぼ均一に分布した。ギンブナと異なり群を作らなかつたので，平均位置は小さな振幅で比較的波長の長い波形で示された。110 分に 16 p.p.m. の濃度を持つた methyl orange 溶液を +100 の位置から注入した。幾分の変動が魚の分布の上に見られたが，大勢には殆んど影響が及ばなかつた。225 分に同濃度に methyl orange を含む 0.1 N 塩酸溶液を毎分 68 ml の速度で注入し始めた。清水の注入量は毎分 2 l に保つた。Purdue 水道水には，冬期のため遊離塩素の注入が行われていなかつた。Total hardness は 362 p.p.m. といわれていたが，EDTA 法による実測では丁度 500 p.p.m. を示した。非常に硬い水である。注入塩酸の大部分は水槽中央に進む前に，水中の重炭酸塩によつて殆んど中和され，結果として 300 p.p.m. の濃度を越える炭酸が出現した。この炭酸は稀釈と気化によつて濃度を低下しつつ水槽右端 −100 の位置に進んだ。

この濃度傾斜の中で bluegill sunfish の示す行動は，Fig. 3 および 4 に示した。pH との関係を見れば bluegill sunfish は pH 6.0 を越えたのが 1 度であり，多くの場合，6.3 乃至 6.7 の pH を持つ水に出遭うと退却していることが判る。魚の平均位置は，pH 6.9 以上の水中に見られた。280 分から後は 6.8 の水中に分布を強制された。炭酸濃度との関係を見れば，200 p.p.m. の炭酸濃度を越えて 2 度泳ぎ込んでいるのが判る。多くの場合には 100 乃至 160 p.p.m. の範囲から退却している。魚の平均位置は 80 p.p.m. 以下の炭酸濃度の中に見られた。

Table 1. Frequency of entry into two different acid gradients observed upon Gin-buna, *Carassius auratus* (L.) and bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*.

pH range	Gin-buna	Bluegill sunfish
lower than 2.8	0	0
2.8 to 3.0	14.5	0
3.0 to 4.0	14.5	0
4.0 to 5.0	14.5	0
5.0 to 6.0	14.5	2.7
6.0 to 6.25	18.8	2.7
6.25 to 6.50	16.0	32.4
6.50 to 6.75	7.2	62.2
higher than 6.75	0	0
Total	100.0%	100.0%

The acid gradient for Gin-buna did not contain carbonic acid higher than 18 p.p.m. as H_2CO_3. The acid gradient for bluegill sunfish contained carbonic acid at the range of 70 to 300 p.p.m. as H_2CO_3.

考　　察

両魚種の酸に対する嫌忌行動の相違を明らかにするために，種々の pH 範囲に入つて逃げ出す頻度を百分率に換算して Table 1 に示した。ギンブナの 1 回の回避は，1.45%，bluegill sunfish のそれは 2.7% に相当する。この結果からギンブナは pH 2.8 より低い pH 値には泳ぎ込まないことが明かである。bluegill sunfish の回避頻度を示すのに，Table 1 には 5.0−6.0 の pH 範囲と書いたが，5.8 より低い pH 値の水に

は泳ぎ込んでいない。ギンブナの低 pH からの回避頻度は，各 pH 範囲に対してほぼ同じ値を持つているから，これらの pH 値の変化は，この魚の回避の強い刺戟となつていないことが推測される。しかし 2.8 というような低 pH 値になるとこの刺戟が急激に増大することが明らかである。bluegill sunfish の場合には，この魚が pH 4.4 の酸性の湖沼に棲息することが知られているから[5]，pH 5.8 の水素イオン濃度が回避の原因となつているとは考えられない。HART[4] の研究によつて bluegill sunfish が自己の呼吸を支えて耐え得る炭酸の最高濃度は 160 p.p.m. と評価されている。著者のこの実験では 5.8 に相当する pH 値の水は，分析によつて炭酸濃度 240 p.p.m. であることが確かめられており，大部分の bluegill sunfish が避けた pH値6.3 から 6.7 の間では，160 から 100 p.p.m. であつた。bluegill sunfish はギンブナに比べて遙か高い pH の水を回避したが，その原因は水中の水素イオンによるものではなく，高濃度の炭酸によることは，したがつて明らかである。

酸性水の粘膜疑固作用は，pH 4.5 以上では起り得ないとされているが[5]，それ以下では pH の低下とともに急速に起り得る。ELLIS[6] はギンブナと同種のキンギョ *Carassius auratus* (L.) について，有機，無機11種の酸類を用いて致死時間を測定し，pH 3.4 から 4.0 までは数時間内に斃死することを明らかにした。また 4.5 から 4.9 までの間では4 日間の間に斃死の起らなかつたことを観察している。このような事実から考察すれば，ギンブナは安全な pH より遙かに低い pH 値を有する水中に泳ぎ込むことが明白である。pH 値で比較すれば数値の差は僅少になるが，安全濃度を pH 4.5 として，水素イオンのモル濃度で比較すれば，ギンブナは安全な水素イオン濃度の約 50 倍の濃度に泳ぎ込むことになる。したがつてギンブナが到達し得る最低 pH 値は決して安全濃度ではない。bluegill sunfish が到達し得る炭酸の最高濃度もまた数日間その中で棲息し得る安全濃度よりも約150% も高い値である。したがつて魚が到達し得る最高濃度は，水素イオンの場合も炭酸の場合も，明らかに限界致死濃度以上である。pH 2.8 はギンブナが 100% 回避する濃度である。240 p.p.m. の炭酸濃度は bluegill sunfish が 100% 回避する濃度である。文献に知られる水素イオンの限界致死濃度，すなわち pH 4.5 からのギンブナの回避頻度の百分率は 72%，炭酸 160 p.p.m. からの bluegill sunfish のそれは 88% と計算される。したがつて少なくとも 70% 以上の頻度を持つて魚は危険濃度を検知して，水素イオンあるいは炭酸から逃げ出していることが明らかである。

一方，大部分の魚の平均位置における水素イオン濃度を見ると，ギンブナの場合には大体 pH 6.25 以上である。炭酸濃度を bluegill sunfish について見ると 80 p.p.m. 以下である。良好な水質が存在すればもちろん，これらの pH あるいは炭酸濃度を持つ水質から魚が移動する可能性はあるが，この pH あるいは炭酸濃度に対して，ギンブナあるいは bluegill sunfish は先ず著しい嫌忌を示すことなく耐え得るものと推測される。

要　　約

新考案の濃度傾斜槽を用い，軟水および硬水に塩酸を加えて生成された酸の濃度傾斜に対するギンブナの反応および bluegill sunfish の反応をそれぞれ試験し，つぎの結果を得た。

1) 炭酸濃度 18 p.p.m. 以下の酸性水中で，ギンブナが到達し得た最低 pH 値は 2.8 であつた。

2) pH 5.8 以上の酸性水中で bluegill sunfish が到達し得た最高炭酸濃度は 240 p.p.m. であつた。

3) ギンブナが到達し得た最低 pH 値は，水素イオンのモル濃度に換算して，限界致死濃度の約 50 倍であつた。

4) bluegill sunfish が到達し得た最高炭酸濃度は，限界致死濃度の約 1.5 倍であつた。

5) ギンブナは限界致死 pH 値 4.5 を，72% の頻度を以つて回避した。

6) bluegill sunfish は致死限界の炭酸濃度 160 p.p.m. を 88% の頻度を以つて回避した。

この研究の達成に当つて，心からなる援助の手を差し延べられた九州大学富山哲夫教授および Purdue 大学 DON E. BLOODGOOD 教授に対し，ここに深甚の謝意を表するものである。

文　　献

1) 石尾真弥: 本誌, **26**, 349～353 (1960).
2) KLEIN, L.: Aspects of River Pollution, 186, (1957), New York and London.
3) JEWELL, M. E. and BROWN, H.; Trans. Am. Microscopical Soc., **43**, No. 2, 77～84 (1924). TARZWELL, C. M.: Biological Problems in Water Pollution, U.S. Dept. of Health, Education of Welfare, 246～272 (1957).
4) HART, J. S.: Proc. Florida Acad. Sci. **7**, 221～246 (1944).
5) DOUDOROFF, P. and KATZ, M.: Sewage and Ind. Wastes, **22**, 1432～1458 (1950).
6) ELLIS, M. M.: Bull. No. 22, U. S. Bureau of Fisheries Bull, Bur. Fisheries, **48**, 365～437 (1937).

水棲生物における P^{32} の吸収および代謝に関する研究—II.

マミズイトミミズに吸収された P^{32} の各種酸可溶性燐化合物への分布*

小林邦男・大山重信・富山哲夫

日本水産学会誌
第二十六巻 第三号 別冊
昭和三十五年三月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 26, No. 3, March 1960.

水棲生物における P^{32} の吸収および代謝に関する研究—II.

マミズイトミミズに吸収された P^{32} の各種酸可溶性燐化合物への分布*

小林邦男・大山重信・富山哲夫

(1959 年 12 月 17 日受理)

STUDIES ON ABSORPTION AND METABOLISM OF P^{32} IN AQUATIC ORGANISMS—II. INCORPORATION OF DIRECTLY UPTAKEN P^{32} INTO VARIOUS ACID-SOLUBLE PHOSPHORUS COMPOUNDS OF *RHIZODRILUS LIMASUS* (HATAI)

Kunio KOBAYASHI, Shigenobu ŌYAMA and Tetsuo TOMIYAMA**

Several studies were reported on the separation of the acid-soluble nucleotides in fish tissues[2–5] and an earthworm, *Lumbricus terrestris*[6], by the ion-exchange chromatography.

However, no works have been made, in the aquatic organism, of the fractionation of directly uptaken phosphorus from the medium into various phosphorus compounds. The present study deals with the incorporation of absorbed P^{32} into various acid-soluble nucleotides when a sludge worm, *Rhizodrilus limasus*, is exposed to P^{32} labeled water.

The acid-soluble phosphorus compounds which were extracted from the P^{32} labeled sludge worm with perchloric acid were fractionated into 13 fractions by a column chromatography according to the COHN and CARTER method[8] (Table 1 and Fig. 1). Inorganic phosphate, AMP, ADP and ATP which contained P^{32} were identified, based on the ultraviolet absorption curves (Fig. 2) and elution positions observed when the extract was added with $H_3P^{32}O_4$ and respective authentic nucleotides.

Thirty-six per cent and thirty-five per cent of P^{32} which existed in the extract were found in the inorganic phosphate and the adenosine polyphosphate fractions, respectively (Table 2). Excellent recoveries were obtained in this ion-exchange chromatography (Table 3).

I. 緒　　言

マミズイトミミズ, *Rhizodrilus limasus* (HATAI) によつて水中から吸収された P^{32} が, 最初酸可溶性燐化合物に入り, 漸次核酸および燐脂質に移行蓄積することは, 前報[1] で明らかにした。本研究では環境水からマミズイトミミズに吸収された P^{32} が酸可溶性燐化合物中にどのような形態で存在しているかを COHN 等のイオン交換・クロマトグラフィー[8] によつて追究した。その結果 260 mμ における吸光度 (E_{260}) からみて 11 個, radioactivity からみて 10 個の分画がえられ, 各種燐化合物への P^{32} の分布の模様の大部分が分つたので報告する。

イオン交換・クロマトグラフィーによる魚類の酸可溶性燐化合物の分画については斎藤等[2], PER OLOV SVÄRD[3], H. TSUYUKI 等[4] および藤田等[5] の報告があり, また NILSSON[6] はミミズ, *Lumbricus terrestris*

* 本研究の大要は昭和 34 年 10 月に日本水産学会秋季大会 (堺市) で発表した。

** 九州大学農学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem. Fac. Agr. Kyushu Univ., Fukuoka).

から 14 個の酸可溶性ヌクレオチッドを分画しているが，各酸可溶性燐化合物の燐の挙動については明らかでない。

II. 実 験 方 法

1. 試料: P^{32} を含む水で培養したマミズイトミミズ約 2g をとり出し，P^{32} を含まない水でよく洗い，沪紙で水分を吸いとつた後，1.5g (約 100 匹) を秤量した。つぎにポリエチレンの袋に包み，ドライアイスとエタノールの混合でえた約 −50°C の冷媒に 5 分間浸漬し，凍結した。

2. 抽出: 抽出液としては一般に三塩化酢酸 (TCA) と過塩素酸 (PCA) の水溶液が使用されている。TCA は紫外部 (特に 270mμ 以下) において著るしい吸収を示すので，ヌクレオチッドの定量を妨害するが，PCA は紫外部の吸収もなく，またカリウム塩として容易に沈澱除去できる。因つて抽出液には 5% PCA 水溶液を用いた。抽出には日本精機製ホモヂナイザー (無負荷 20,000 rpm) を使用した。附属のガラス製カップ (容量 50ml) に氷冷した 5% PCA 15ml をとり，その中に前記の凍結した P^{32} イトミミズ 1.5g を入れ，カップの外側を食塩氷で冷却しながら全速回転で 2 分間ホモヂナイズした。抽出からレジンに吸着させるまでの操作は Table 1 に示した通りである。この操作はすべて氷冷しながら行つた。沪過には東洋沪紙 No. 6 を用いたが，PCA 液を沪過する際，僅かではあるが紫外部に吸収を有する物質が溶出してくるので，PCA 液でよく洗滌した後に使用した。抽出液の PCA は 5% KOH を加えて pH を 1.4～1.6 に調整することにより，$KClO_4$ として大部分沈澱除去した。この処理によつて抽出液の E_{260} 値および P^{32} の減少は認められなかつた。PCA 除去をしなかつた抽出液では PCA の吸着帯がレジンの 1/2 以上を占めたが，除去処理後は 1/10 以下になり溶出における分離がよくなつた。

Table 1. Scheme for the preparation of acid-soluble extract from P^{32} labeled sludge worms and the treatment of the extract prior to percolating through the ion-exchanger.

P^{32} labeled *Rhizodrilus limasus*, 1.5g.
(frozen in dry ice-ethanol, −50°C)

+ 15ml. of 5% PCA, homogenized 2min. while cooling with salt-ice, and filtered.

Filtrate, 10ml. — Insol. portion

pH adjusted to 1.4～1.6 with 6ml. of 5% KOH, and filtered

Filtrate — Ppt. ($KClO_4$)

filled up to 25ml. with distilled water.

24ml. — 1ml. (taken for measurement of radioactivity and optical density.)

pH adjusted to 8.6 with 0.3ml. of 10% NH_4OH, and filled up to 50ml. with distilled water.

Adsorbed on a column of Dowex 1, X 2, 200～400 mesh, Cl-form, 1.2cm² × 12cm.

3. イオン交換樹脂: Dowex 1, X 2, 200～400 メッシュ (Cl 型) を常法[7] により活性化した後に使用した。樹脂量は 1.2cm² × 12cm であつた。

4. 溶出: Cohn and Carter[8] の非連続法によつて溶出した。すなわち，試料を吸着させたカラムに，0.01M NH_4Cl + 0.1M NH_4OH, 0.01M NH_4Cl, 0.003M HCl, 0.01M HCl + 0.02M NaCl, 0.01M HCl + 0.2M NaCl, 1M HCl の 6 種類の溶出液を記載の順序にそれぞれ 250ml ずつ，0.7ml/min. の速度で流した。流出液は 10ml ずつとり，それぞれ E_{260} 値および radioactivity を測定した。

5. 吸光度: 日立製分光々度計 EPU-2 型で測定した。

6. radioactivity: 用いた計数管は神戸工業製 β 線用液浸 GM-413 (窓厚 30mg/cm²) であり，scaler

は同社製 SA-5 型であつた。この計数管で P^{32} 水溶液の activity を測定した場合の計数値は，同じ P^{32} 水溶液の 1 ml を試料皿にとり蒸発乾涸して低エネルギー β 線用端窓型計数管 GM-132 (窓厚 1.74 mg/cm²) で 1 cm の距離から計測した値の約 8 倍を示した。しかしこの液浸用計数管は 13 ml の試料を必要としたので，分画してえた 10 ml の試料に 2N HCl 5 ml を加えて radioactivity を測定した。この HCl の添加によつて測定試料の P^{32} が計数管の外壁および附属ガラス容器の内壁に吸着するのを防止できた。

III. 結果および考察

3 l の P^{32} 培養水 (radioactivity, 1.9×10^5 cpm; P 濃度,100γ/l; 水温,21～22°C; pH,6.4) に 8 時間培養したマミズイトミミズの酸可溶性燐化合物を，前記の方法で抽出し，レジン吸着および溶出を行つた。レジンに吸着させた試料はマミズイトミミズ 0.88 g (生重量) の PCA 抽出液に相当する。溶出液を 10 ml ずつとり，E_{260} 値および radioactivity を測定した結果は Fig. 1 に示す通りである。このカラム・クロマトグラフィーは非常に再現性がよく常に同じような elution pattern がえられた。Fig. 1 から明らかなように，E_{260} 値では A, B, ····, J, K の 11 個，radioactivity では〔I〕,〔II〕, ····,〔IX〕,〔X〕の 10 個の分画がえられ，両者のうちで 8 個の分画は同一溶出位置をもつていた。P^{32} を含まない PCA 抽出液 40 ml を 10 ml ずつに分け，その 1 区分は無添加区とし，残りの 3 区分にそれぞれ adenosine-5′-phosphate (AMP)* 1 mg, adenosine triphosphate (ATP)** 1 mg および $H_3P^{32}O_4$ (IP) 5×10^4 cpm を添加し，カラム・クロ

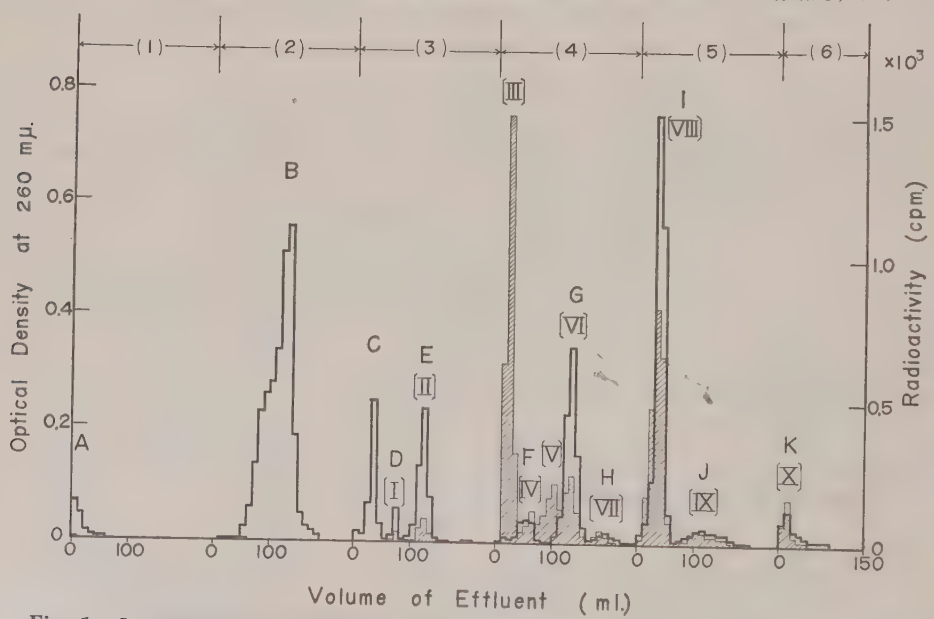


Fig. 1. Ion-exchange chromatogram for a perchloric acid extract of P^{32} labeled *Rhizodrilus limasus* (HATAI).

Bold line shows optical density at 260 mμ and fine line with oblique line indicates radioactivity. Sample solution subjected to the chromatography was a perchloric acid extract of 0.88 g. of fresh P^{32} labeled soludge worms. Sludge worms were exposed for 8 hours in P^{32}–water containing radioactivity of 1.9×10^5 cpm. and phosphorus of 100γ/l. Temperature ranged from 21 to 22°C.

Exchanger: Dowex 1, X 2, 200～400 mesh, 1.2 cm² × 12 cm, Cl-form. Flow rate: 0.7 ml./min. Eluents: (1) 0.01 M NH_4Cl + 0.1 M NH_4OH, (2) 0.01 M NH_4Cl, (3) 0.003 M HCl, (4) 0.01 M HCl + 0.02 M NaCl, (5) 0.01 M HCl + 0.2 M NaCl, (6) 1 M HCl.

*, ** Nutritional Biochemicals Corporation 製，純度 99%.

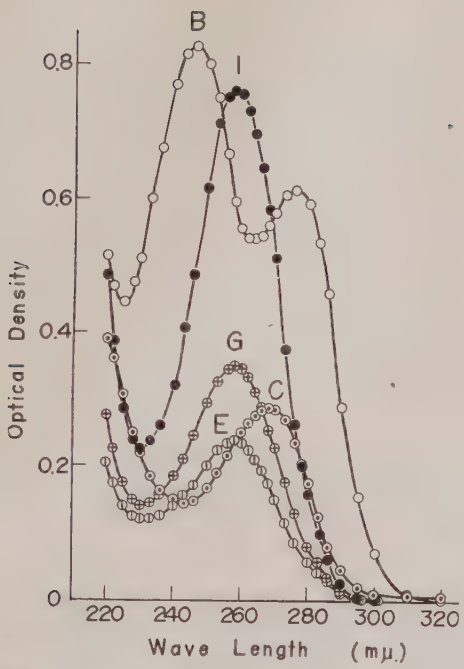


Fig. 2. Ultraviolet absorption curves for fractions obtained by ion-exchange chromatography (see Fig. 1).

Table 2. Values for E_{260} and radioactivity in various fractions separated by ion-exchange chromatography.

Fraction	E_{260}	Radioactivity (cpm)	Distribution of P^{32} (%)
A	0.288	7	0.1
B	2.475	10	0.1
C	0.455	0	0
D〔I〕	0.106	47	0.7
E〔II〕(AMP)	0.621	221	3.2
〔III〕(IP)	0.027	2,455	35.5
F〔IV〕	0.133	199	2.9
〔V〕	0.028	580	8.4
G〔VI〕(ADP)	1.003	588	8.5
H〔VII〕	0.100	196	2.8
I〔VIII〕(ATP)	1.707	1,858	26.9
J〔IX〕	0.232	418	6.1
K〔X〕	0.190	328	4.8
Total	7.365	6,907	100.0

Table 3. Recoveries of values for E_{260} and radioactivity when a perchloric acid extract of P^{32} labeled sludge worm was subjected to the ion-exchange chromatography.

	E_{260}	Radioactivity (cpm)
Starting material	8.550	7,047
Amounts adsorbed on the resin	7.835	7,027
Amounts percolated through the column	0.715	20
Amounts eluted from the resin	7.365	6,907
Recovery of elution (%)	94	98

マトグラフィーを行つたところ，AMP, ATP および IP の溶出位置はそれぞれ Fig. 1 の E, I および〔III〕と一致した。つぎに Fig. 1 において比較的大きな E_{260} 値をもつ B, C, E, G および I の紫外部における吸収曲線は Fig. 2 に示すようであつた。溶出位置と吸収曲線から Fig. 1 の E, G, I および〔III〕がそれぞれ AMP, ADP, ATP および IP であることはほとんど確実である。またBおよびCは恐らく guanine および xanthine であろうと推定されるが，その正確な同定についてはその他の分画とともに後に報告する。 Fig. 1 に示す各分画の E_{260} 値および radioactivity は Table 2 に示すようである。この表から明らかなように radioactivity では各分画中 IP〔III〕が最も大きな値を示し，全体の 35.5 % を占め， 残りの 64.5% が有機燐として存在した。有機燐においては， P^{32} は ATP に最も多く incorporate され，その activity は全体の 27%，有機燐の 42% に達した。このことは，環境水からイトミミズに吸収された P^{32} は ATP 等の高エネルギー燐として代謝に重要な役割を果していることを示す。

このカラム・クロマトグラフィーの回収率は非常に良好で， AMP*, ATP** および $H_3P^{32}O_4$ 単独の場合はそれぞれ 98%, 97% および 99% を示し，抽出液でも Table 3 のようにきわめて高い回収率がえられた。

IV. 総　　括

環境水からマミズイトミミズにより吸収された P^{32} が生体内の酸可溶性燐化合物のうちで，どのような化合物に転移しているかを追究した。P^{32} を含む水中で8時間培養したイトミミズの酸可溶性燐化合物を抽出し，これをイオン交換樹脂，Dowex 1, X 2 (Cl 型) のカラム・クロマトグラフィーによつて分画し，各燐合物への P^{32} 分布の模様を研究し，つぎのような結果をえた。

1. E_{260} 値から 11 個，radioactivity からは 10 個の分画がえられ，両者のうち8個は同じ位置に溶出した。

2. 酸可溶性燐化合物に incorporate された P^{32} の 35.5% は無機燐として，残りの 64.5% は有機燐として存在した。

3. 有機燐として存在した P^{32} の 42% は ATP に incorporate され，有機燐中最も大きな activity を示した。

本研究の一部は文部省科学研究費（綜合研究）の援助によつて実施した。ここに謝意を表する。

文　　献

1) 小林邦男・富山哲夫：本誌，**25**，576～580 (1959).
2) 斎藤恒行・新井健一：北大水産彙報，**6**，228～233 (1955). ——：本誌，**22**，569～573 (1957). ——：*Nature*，**179**，820～821 (1957). ——：本誌，**23**，265～268 (1957). ——：*Arch. Biochem. Biophys.*，**73**，315～319 (1958). ——：本誌，**23**，579～580 (1958).
3) Per Olov Svärd: *Nature*，**182**，1448～1449 (1958).
4) H. Tsuyuki, Violet M. Chang and D. R. Idler: *Can. J. Biochem. Physiol.*，**36**，465～473 (1958).
5) 藤田孝夫・橋本芳郎・森　高次郎：本誌，**25**，147～152 (1959).
6) Roy Nilsson: *Acta Chem. Scand.*，**11**，1003～1012 (1957).
7) 吉川春寿・高橋泰常：燐酸代酸実験法，広川書店 (1958).
8) Waldo E. Cohn and C. E. Carter: *J. Am. Chem. Soc.*，**72**，4273～4275 (1950).

5. タチウオの皮付肉における CTC 残存量は CTC 氷蔵の場合 0.08 ppm，散布1回の場合は 150 ppm 以下の CTC 液では 0.1 ppm 附近あるいはそれ以下であつたが，200 ppm CTC 液を1回散布した場合，および2回散布した場合はそれぞれ 0.17 および 0.27 ppm であつた。浸漬の場合は 25 ppm の液で 0.21 ppm，100 ppm の液では 0.75 ppm であつた。

6. イシモチおよびクログチの肉の場合には濃度 50 ppm に浸漬した場合を除くと，いずれの処理方法によつても 0.1 ppm 附近あるいはそれ以下であつた。

7. イシモチの組織への CTC の滲透の大部分は皮下 5 mm までであり，濃度は内部に向つて急傾斜に減少していた。

本研究は日本レダリー K.K. の支援の下に実施され，日本水産 K.K. 戸畑支社および伏見丸乗組員各位の協力をえた。研究の遂行には北原慶子，藤野清也，池浦一也，衣斐剛氏等の助力を仰いだ。ここに深謝の意を表する。

引 用 文 献

1) 富山哲夫・米康夫・黒木俊一・野村稔・原昭太郎・七字徹・前田敏弘・小田一郎・松尾俊朗: 本誌, **22**, 128 (1956).
2) 篠山茂行・浜田七郎・山田紀作: 西海区水産研究所研究報告, 17 号, (1959).
3) 米 康夫・富山哲夫・浜田七郎: 本誌, **25**, 156 (1959).
4) 宇野 勉・徳永良夫・中村全良: 北海道水産研究所研究報告, 15 号, 29 頁 (1957).
5) 宇野 勉・大島 浩・笹島正秋・徳永俊夫・相沢 悟・中村全良: 北海道水産研究所研究報告, 19 号 (1958).
6) 日本レダリー K.K.: アクロナイズ・ニュース, No. 2 (1957).
7) 富山哲夫・小林邦男・米 康夫: 本誌, **24**, 937 (1959).
8) 富山哲夫・井出克己・秋山 勉: 本誌, **17**, 191 (1952).
9) 富山哲夫・池浦一也・大山重信: 本誌, **26**, 33 (1960).
10) REAY, G. A. and SHEWAN, J. M.: The spoilage of fish and its preservation by chilling advances in food research, Vol. 2, p. 343 (1949), Academic Press Inc., New York, N. Y.
11) 富山哲夫・米 康夫: 本誌, **25**, 290 (1959).
12) 富山哲夫・米 康夫: 未発表.
13) 富山哲夫・米 康夫・小林邦男: 本誌, **24**, 1012 (1959).
14) 河端俊治・阪口玄二・阪口澄子・中村友光子・赤野多恵子・城水君子・奥津知明: 1959 年 10 月堺市で開かれた日本水産学会大会において発表した。

果はタチウオの場合は浸漬法が最も優れているが，30 秒の短時間浸漬によつては，25 ppm の液では CTC 氷蔵法の効果程度に過ぎず，少くとも 50 ppm 以上の CTC 液を使用すべきことが判つた。なお浸漬の場合には，前報[3]のイボダイの場合と同様に，浸漬液の CTC 濃度の対数と VRS の対数との間に直線関係が認められたことは興味が多い。これに対し散布法はかなり高濃度の場合にも効果が劣つた。タチウオおよびイシモチの場合，散布法の効果は浸漬法のそれより劣ること，タチウオおよびクログチの散布1回のものの鮮度と散布2回のそれとの間に差が認められなかつたこと，並びに散布液の CTC 濃度の差による保鮮効果の差が少なかつたことは，腐敗菌の侵入場所として重要な鰓が CTC 液に触れなかつたためであろう。またタチウオの散布処理の場合，皮付肉の CTC 残存量と鮮度との間には一定の関係がないことも，以上のような原因によるのであろう。

Table 5 に示した魚箱中の試料の位置による組織中の CTC 量の差をみると，タチウオの場合，散布1回では魚箱の上層部の CTC 残存量は下層部のそれよりも多量であつたのに反し，クログチの場合は散布1回では上層部と下層部の CTC 量はほとんど同じであつた。またタチウオの散布1回の場合は使用した液の CTC 濃度が高くなつても，各魚箱の下層部にある魚の鮮度には差が少なかつた。しかしクログチの場合は 200 ppm の液を散布した魚箱の下層部の鮮度は，100 ppm のそれより優れていた。この違いは魚の形および箱詰め法に原因するものと思われる。すなわちタチウオは扁平な魚であるため箱詰めした場合に魚体が密着し，間隙がほとんどなく，散布1回の場合，散布した CTC 液は表層部のみに触れ，下層部には達しない。しかしクログチは小型で紡錘型であり，魚箱の約半分までバラ詰めにし，その上に一列に並べているので，魚体間に相当の間隙があり，散布した CTC 液は下層部の魚まで洗い，CTC が滲透することになる。またクログチと同じ方法で箱詰めにした前報[3]のイボダイの魚箱の上層部および下層部における鮮度および組織中の CTC 残存量はクログチの場合と全く同じ結果を示した。これらの結果は散布の場合，魚の形，箱詰め法に応じてそれぞれに適した方法で魚を処理せねばならぬことを示唆している。例えばタチウオのような魚では，散布回数を多くして一尾一尾に充分に CTC 液がつくようにしたならば効果があがるだろう。

一般に魚艙内の下段に保蔵した魚の鮮度が悪いのは，下層部の魚は上方の氷および魚の重量で圧され，また上層部の魚の体液で汚染され，腐敗細菌の繁殖が促進され鮮度が低下するものと考えられる。同様な理由で魚箱内でも下層程鮮度が悪いのであろう。また散布2回処理したタチウオの CTC 量は上層と下層とに比較的均一であつたのに，下層部の鮮度が悪かつたことも，前記のような原因であろう。

本研究においてタチウオの鮮度判定には，VBN よりも VRS の方が適当であつたことは注目に価する。最近，河端氏[14]は CTC 処理後に繁殖する細菌には VBN や TMN を生成する能力の低いものが多いことを報告しているので，今後 CTC 処理魚体の鮮度判定法として VRS の価値を検討する必要があろう。

総　　括

日本水産所属伏見丸船上においてタチウオおよびグチ類を種々の方法で CTC 処理した場合の保鮮効果および陸揚げ後における処理魚の CTC 残存量について研究し，つぎのような結果をえた。

1. タチウオの場合，CTC 氷 (3.8 ppm) で魚艙に 13～17 日氷蔵した後の鮮度は，CTC 氷を直接魚体の上にかけたものでは白氷区より優れていたが，パーチメント紙を使用したものは保鮮効果がなかつた。

2. いずれの魚種でも浸漬では液の CTC 濃度の増加とともに保鮮効果は良好となつた。

3. タチウオの散布の場合，1回散布および2回散布のいずれも保鮮効果が認められたが，CTC 濃度が増加してもその効果は僅かであつた。

4. タチウオの場合には，CTC 氷蔵，散布のいずれにおいても魚箱内の魚の位置による鮮度および CTC 残存量の差が大きかつた。散布1回の場合，魚箱の上層部の魚の鮮度は優秀であつたが，下層部の魚の組織中の CTC 残存量は上層部のそれの約 2/3 で，鮮度は対照の白氷区のそれと全く差がなかつた。しかしクログチの場合は魚箱内の位置による CTC 残存量の差および鮮度差は小さかつた。したがつて魚箱内に空隙なく詰るような魚種では浸漬すべきである。

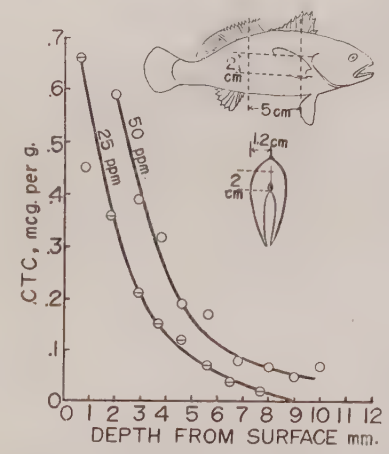


Fig. 1. Distribution of CTC in muscle of dipped white croaker.

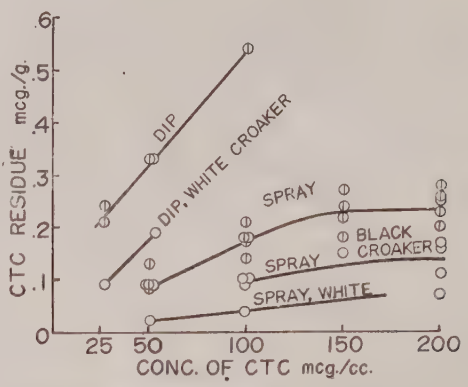


Fig. 2. Relationship between CTC residue in flesh of bottom fish and CTC concentration employed for dip or spray.
① cutlass fish; ○ croaker.

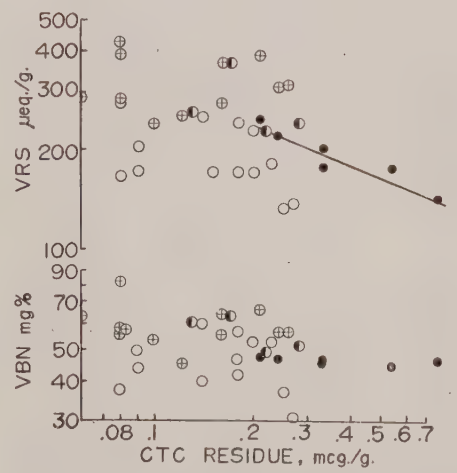


Fig. 3. Relationship between CTC residue in flesh and volatile bases nitrogen and volatile reduced substances content of muscle of dipped and sprayed cutlass fish.
● dipped fish; ⊕ sprayed fish, held in upper; ◐ held in center; ○ held in bottom.

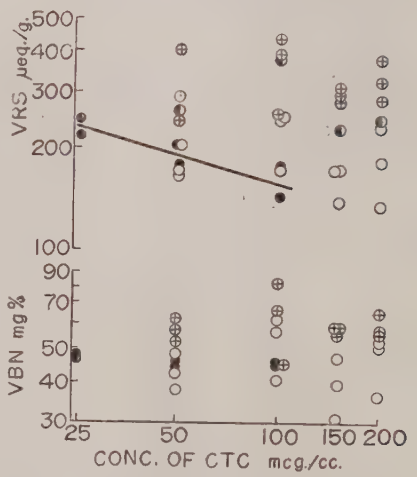


Fig. 4. Relationship between CTC concentration of CTC-sea water employed and volatile bases nitrogen and volatile reduced substances content of muscle of dipped and sprayed cutlass fish.
○, ◐, ⊕, ●; see Fig. 3.

モチ，クログチの肉における残存量との関係は，散布液の CTC 濃度 120 ppm までは直線関係が認められる。浸漬したタチウオの皮付肉中の CTC 残存量の対数値と，VRS の対数値との間にはほぼ直線関係が成立し (Fig. 3)，したがつてタチウオの浸漬の場合，処理液の CTC 濃度の対数値と肉の VRS の対数値との間にも直線関係が成立する (Fig. 4)。

考　　察

本研究では体形が扁平で細長いタチウオと，紡錘形のクログチおよびイシモチを用いて，短時間浸漬法，浸漬散布法，散布法および氷蔵法の保鮮効果，並びに組織への CTC の滲透について比較検討した。その結

Table 4. CTC residue (mcg./g.) in tissue of cutlass fish and croaker.

Treatments \ Fish species / Tissue	Cutlass fish unskinned flesh		White croaker flesh	White croaker skin	Black croaker flesh		Black croaker skin	
Plain ice	neg.§		neg.	0.03	neg.		0.04	
CTC ice parchment	0.05							
CTC ice none	0.08	Twice** spray	0.01	0.06	0.02	Twice** spray	0.11	Twice** spray
Spray* 50†	0.07	0.10	0.02	0.07				
Spray* 100	0.09	0.19	0.04	0.13	0.08	0.10	0.24	0.32
Spray* 150	0.10	0.24						
Spray* 200	0.17	0.27	0.07	0.23	0.14	0.13	0.41	0.41
Dip and Spray	0.45		0.15	0.69				
Dip 25	0.21		0.09	0.36				
Dip 50	0.33		0.19	0.56				
Dip 100	0.75							

Plain ice was used in all the experimental groups except the CTC-ice group.
Date of capture: cutlass fish, Ⅶ/2; white croaker, Ⅶ/6; black croaker, Ⅶ/7.
* and ** see Table 1. † CTC level in CTC-sea water solution. § neg. means smaller than 0.01 mcg. per g. tissue.

Table 5. Change in CTC content of sprayed fish with position in fish container.

mcg. per cc of CTC-sea water used for spraying	Position in fish box \ Fish species	Cutlass fish, unskinned flesh once spray	Cutlass fish, unskinned flesh twice spray	Black croaker flesh once spray	Black croaker flesh twice spray	Black croaker skin once spray	Black croaker skin twice spray
50	upper	0.09	0.09				
50	center	0.06	0.13				
50	bottom		0.08				
100	upper	0.14	0.18	0.09	0.10	0.30	0.30
100	center	0.08	0.17	0.07	0.10	0.20	0.33
100	bottom		0.21				
150	upper	0.27	0.15				
150	center	0.08	0.22				
150	bottom		0.24				
200	upper	0.23	0.25	0.17	0.16	0.53	0.45
200	center	0.16	0.28	0.11	0.11	0.32	0.36
200	bottom		0.26				
CTC ice	upper	0.15		0.04			
CTC ice	lower	0.05		neg.			

魚箱の部位による CTC 滲透の差についてみると，Table 5 の結果から明らかなように，タチウオの散布1回の場合，箱の上層部と下層部にある魚体への CTC の滲透量には顕著な差があつたが，クログチの場合は僅かな差しか認められなかつた。しかし散布2回の場合はいずれの魚でも魚箱内の位置による CTC 滲透量の差はきわめて僅かであつた。CTC 氷蔵の場合はいずれの魚でも散布1回の場合と同じ傾向を示した。

イシモチの組織中への CTC の滲透模様は Fig. 1 に示した通りである。すなわち 25 ppm に浸漬したイシモチは，皮下 9mm より深部へは全く滲透していなかつたが，50 ppm に浸漬したものは滲透量も多く範囲も深かつた。しかしいずれの場合も滲透した CTC の大部分は表面から 5mm までであることは従来，サバ[11]，マグロ[12]，イボダイ[3]，ワニエソ[3]，ベニザケ[13] 等で著者等が得た結果と近似している。

4. 処理液の CTC 濃度と組織中の CTC 残存量との関係，並びに CTC 残存量と VBN, VRS との関係

浸漬液の CTC 濃度と，タチウオの皮付肉およびイシモチの肉における CTC 残存量との関係は Fig. 2 に示すように，明らかに直線関係が認められる。また散布液の CTC 濃度と，タチウオの皮付肉およびイシ

Table 2. Organoleptic phases, volatile reduced substances (VRS) and volatile bases nitrogen (VBN) of croaker in various experimental groups.

Treatments	Fish species / Position in fish box	White croaker* Organo-leptic phases	VRS μeq./g.	VBN mg%	Black croaker** Organo-leptic phases	VRS μeq./g.	VBN mg%	Organo-leptic phases	VRS μeq./g.	VBN mg%
Plain ice		Ⅲ	194	38.4	Ⅲ	150	32.9			
CTC ice	upper	Ⅱb-Ⅲ	150	36.3	Ⅱb-Ⅲ	120	31.7			
	lower					160	37.9			
Spray 50§	upper	Ⅱa-Ⅱb	174	39.7						
	lower									
Spray 100	upper	Ⅱa	170	36.0	Ⅱa	130	30.8	Ⅰb	160	33.9
	lower					200	35.0		182	38.5
Spray 200	upper	Ⅰb	160	40.2	Ⅱa	110	29.3	Ⅰb	130	33.2
	lower					124	30.8		142	34.1
Dip (25) and spray (100)		Ⅰb	180	39.5						
Dip 25		Ⅱa	160	33.3						
Dip 50		Ⅰb	148	32.0						

* *Argyrosomus argentatus.* ** *Argyrosomus nibe* § CTC level in CTC-sea water solution.

部の魚と下層部の魚とでは鮮度に大きな差が見られた。浸漬散布区の鮮度は浸漬区のそれと比較して差なく併用効果は認められなかつた。CTC 氷区ではパーチメント紙を使用したものの鮮度は，対照区のそれと差が認められなかつたが，パーチメント紙を使用せず CTC 氷で直接氷蔵したものには効果が認められた。しかし散布区と同様に箱の上下による鮮度差が目立つていた。イシモチおよびクログチは漁獲から 2 週間以内であつたから，Table 2 に示している通り CTC 処理区と対照区との間の鮮度差は僅少であつた。

2. 魚艙内の保蔵場所による鮮度差

漁獲物を満船した場合，魚箱を 11 段重ねられる大きさの魚艙のなかに，下から 9 段目（上段），5 段目（中段）および 2 段目（下段）にそれぞれ同一網で獲れたタチウオを白氷で保蔵した。これらの帰港後の鮮度は Table 3 から明らかなように，上段の魚と中段の魚の鮮度差は少いが，下段の魚は中段のものと比べると著るしい鮮度落ちが認められた。

Table 3. Change in VBN and VRS of cutlass fish flesh with position of fish container in fish hold.

Position of fish container	VBN mg%	VRS μeq./g.
upper (9th*)	49.5	230
center (5th*)	53.8	200
bottom (2nd*)	63.6	330

* pile of the box counted from the base.

3. タチウオ，イシモチおよびクログチの肉および皮における CTC 残存量

タチウオの皮付肉中の CTC 残存量は Table 4 に示す通りで，浸漬液あるいは散布液中の CTC 濃度が高くなるにしたがつてタチウオの皮付肉中の CTC 量は増加した。しかし散布の場合の CTC 残存量の増加率は浸漬の場合程大きくなかつた。100 ppm の CTC 浸漬液に 30 秒浸漬した場合の皮付肉中の CTC 量が 0.75 ppm であつたのに対し，同濃度の液を 1 回散布した場合の CTC 量は 0.10 ppm であり，200 ppm の液の場合でさえ 0.17 ppm で，散布の場合の組織への CTC の滲透は浸漬の場合に比べて少なかつた。CTC 氷蔵の場合はパーチメント紙を使用したものの CTC 量は，パーチメント紙を使用しなかつたものの約 2/3 であつた。

イシモチおよびクログチの皮および肉中の CTC 残存量は Table 4 に示す通りで，いずれの魚でも散布の場合の CTC の滲透は浸漬の場合に比べて少なかつたが，浸漬あるいは散布いずれの場合も皮および肉中の CTC 量は使用した液の CTC 濃度に比例した。CTC 液を散布したクログチの皮および肉の CTC 量は，同じ CTC 処理をしたイシモチのそれの約 2 倍であつた。クログチの場合，散布 1 回区と散布 2 回区の間には皮および肉中の CTC 残存量に差が認められなかつた。

肉とに分けることが困難であつたので，皮付きのまま定量に供した。

CTC の定量には富山・小林・米の簡易 cylinder plate 法[7] を用いた。CTC の浸透状様を知るためには CTC 液に浸漬した 10 尾のイシモチの Fig. 1 に示した側面の凍結組織をカンナで薄層に切り，各切片について定量した。この場合には試料が 8～18g であつたので，ミクロブレンダーを用いて混和抽出した。

揮発性塩基窒素 (VBN) の定量は富山・井出・秋山の水蒸気蒸溜法[8] により行つた。すなわち 10g の肉糊に 30cc の 5% 三塩化酢酸を混和して除蛋白し，その沪液を定量に供した。揮発性還元物質 (VRS) は富山・大山・池浦の方法[9] により行つた。官能検査は REAY-SHEWAN[10] の基準にしたがつて判定した。

研 究 結 果

1. 魚種，大きさ，CTC 処理方法による鮮度効果の差

漁獲直後のタチウオ，イシモチおよびクログチを種々の方法により船上で処理し，魚船内に氷蔵してきたものの官能検査値，VBN および VRS は Tables 1 および 2 に示す通りである。これらの表から明らかなことは，タチウオにおいては CTC 処理区はすべて白氷で保蔵した対照区に比較して効果が認められる。特に浸漬区の効果は著るしく，CTC 濃度が高くなるにしたがつてその効果が増大した。しかし散布区では CTC 濃度および散布方法の違いによる効果の差はほとんど認められなかつた。ただし散布区では箱の上層

Table 1. Organoleptic phases, volatile reduced substances (VRS) and volatile bases nitrogen (VBN) of cutlass fish* in various experimental groups.

Treatments	Position in fish box	Organoleptic phases**	VRS# μeq./g.	VBN† mg%	Organoleptic phases	VRS μeq./g.	VBN mg%	Position in fish box
Plain ice		Ⅲ	330	64.4				
CTC ice parchment paper§		Ⅲ	438	71.4				
CTC ice none	upper	Ⅱb-Ⅲ	200	54.2				
	lower		258	65.8				
					Twice spray‡			
Spray§§ 50††	upper		170	42.8	Ⅱa-Ⅱb	200	49.1	upper
	center	Ⅱa-Ⅱb	290	62.3		260	60.2	center
	bottom					396	58.4	bottom
100	upper		250	60.9	Ⅱb-Ⅲ	240	57.2	upper
	center	Ⅱb-Ⅲ	430	80.7		360	62.7	center
	bottom					382	65.0	bottom
150	upper		136	31.2	Ⅱa	170	39.3	upper
	center	Ⅱa	280	56.8		230	49.4	center
	bottom					310	56.1	bottom
200	upper		182	52.9	Ⅱa	130	36.0	upper
	center	Ⅱa	370	64.2		240	51.3	center
	bottom					320	56.7	bottom
Dip (25) and spray (100)		Ⅰb	274	55.7				
Dip 25		Ⅰb	246	48.3				
Dip 50		Ⅰb	176	46.1				
Dip 100		Ⅰb	140	46.1				

* *Trichiurus lepturus*, Date of captured: Ⅶ/2, '59. ** The organoleptic phases herein presented are principally those for haddock according to REAY-SHEWAN[10]. Ⅰb; Eyes not sunken, lost brilliancy. Gills red, stale odor. Surface brilliant. Flesh noticeably soft. Odor neutral. Ⅱa; Eyes slightly sunken, opalescent. Gills red, putrid odor. Surface slightly slimy. Flesh softer. Odor "strengthening" but not stale. Ⅱb; General appearence stale. Eyes sunken. Gills red, putrid odor. Surface slimy. Flesh soft. Odor stale. Ⅲ; Eyes opalescent, sunken. Gills pale red, putrid odor. Surface very slimy. Flesh very soft. Odor bad odor. # measured by TOMIYAMA et al's method. † measured by TOMIYAMA et al's method. § Fish were covered with parchment paper, and then stored under CTC ice (3, 7 ppm). †† CTC level in CTC-sea water used (ppm). §§ Sprinkling of a 25-Kg lot of fish with a 500cc of the CTC-sea water was carried once after filling fish box. ‡ The first sprinkling with a 250cc of CTC-sea water after half filling the box and then the second sprinklig after filling the box.

ない。しかしこのような研究は米等[3]がイボダイおよびワニエソについて研究した以外にはない。因つて本研究では再び著者の一人（浜田）がトロール漁船に乗船し，体形が扁平で細長いタチウオと，両側が多少平たい紡錘形のクログチおよびイシモチに，実際の漁獲操業条件の下に種々の CTC 処理方法を実施し，帰港後各処理法の保鮮効果，並びに組織への CTC の滲透量について研究したのでここに報告する。

研究材料および方法

1. 研究材料: 1959 年 7 月 2 日より 7 月 8 日までの間伏見丸（日本水産戸畑支社所属）が東支那海において，底引網で漁獲したタチウオ（*Trichiurus lepturus*, 体長 24～30 cm），イシモチ（*Argyrosomus argentatus*, 体長 26～30 cm）およびクログチ（*Argyrosomus nide*, 体長 20～26 cm）を供試した。

漁獲物の処理に使用した CTC は医薬用 CTC 塩酸塩結晶である。CTC 氷は日本レダリーの指示方法[6]により製造した 3.8 ppm CTC 含有氷であり，浸漬および散布処理にはアクロナイズ FD (CTC 10% ＋クエン酸 10% ＋食塩 80%) の海水溶液を使用した。

2. CTC 処理方法: 漁獲直後，伏見丸船上で充分水洗いしたものをつぎのように処理した。浸漬区では 25, 50 および 100 ppm の CTC を含む海水液の 20 *l* に，籠に入れた約 20～25 kg（1 箱分）の供試魚を 30 秒間浸漬し，常法のように箱建てした。浸漬散布区では 25 ppm の CTC 海水液に 30 秒間浸漬後，箱建てし，さらに 100 ppm の CTC 海水液を 1 箱当り 500 cc の割合で散布した。散布区では箱建て後，50, 100, 150 および 200 ppm の CTC 海水液を，1 箱当り 500 cc ずつジョロで散布した。ただしタチウオは一箱中に数段ぎつしりとつめるので，散布 1 回区以外に魚箱の半分までつめた時 250 cc の CTC 海水液を散布し，さらに全部をつめ終つた時に 250 cc を散布する散布 2 回区を設けた。またクログチも魚箱の約半分までバラ詰めにし，その上に縦に一列にならべておくので，半分までバラ詰めにした時と，全部詰め終つた時の 2 回 250 cc ずつ散布する散布 2 回区を設けた。なおタチウオは 2 回の試験とも一網の魚で全試験区を設けたが，シログチおよびクログチでは一網の漁獲が少なかつたので，二網乃至三網分の魚で試験区を設けた。

各試験区の魚を詰めた魚箱はパーチメント紙で覆い，魚艙内で白氷中に貯蔵した。ただしタチウオの CTC 氷区のみはパーチメント紙を用いずに CTC 氷中に貯蔵したものと，パーチメント紙で覆い，CTC 氷中に貯蔵したものとを設けた。試験区の各魚箱を魚艙に収納する場合には，1 試験のものはすべて同段におき，施氷後防水キャンバスで覆い，他の試験のものと遮断した。この場合いずれの試験でも魚艙壁に接した列には試験区を置かないように，また 11 段に重ねた魚箱の底部と最上部を避けて，下から 3 段目と 7 段目の間に全試験区を収容するように注意した。

以上の外に魚艙内における保蔵場所によつて鮮度低下にどの程度の差があるかを知るために，7 月 5 日に漁獲したタチウオを水洗いし，箱建て後に，パーチメント紙で覆い，一部を下から 2 段目（下段），一部を 5 段目（中段），残りを 9 段目（上段）において白氷で氷蔵した。

3. CTC および鮮度の測定: 漁獲物は 7 月 17 日に長崎魚市場に陸揚げし，直ちに大洋漁業 K.K. 長崎支社の冷蔵庫 (0～2°C) に貯蔵した。分析は 7 月 18 日より 21 日までの間に行つた。

白氷区，CTC 氷パーチメント使用区，浸漬散布区，浸漬区およびイシモチの散布区はいずれも魚箱に詰めた魚の半分（魚箱の魚を縦断して分けた右あるいは左半分のこと，以下同じ，タチウオ約 70 尾，イシモチ約 35 尾，クログチ約 70 尾）を試料とした。魚箱の部位により CTC の滲透量および鮮度に差があるか否かを知るために，タチウオの散布 1 回区は魚箱の最上部の 1 列（約 10～15 尾）と 2 列目以下の魚の半分（約 40～45 尾）を，散布 2 回区は魚箱の最上部の 1 列，2 列目より魚箱の中位までの間の魚の半分（約 15 尾）および中位以下の魚の半分（約 25 尾）を試料とした。クログチの場合は魚箱の最上部にある魚の半分（約 35～40 尾）とその下にバラ詰めにしてある魚の半分（約 35～40 尾）を試料とした。

これらの供試魚は軽く水洗いし，内臓を除去し，三枚におろした後に腹部を除いた。イシモチおよびクログチは皮と肉とに分けて，皮は庖丁で，肉はミックサーで細砕し，それぞれ定量に供した。タチウオは皮と

クロルテトラサイクリン(CTC)処理底引漁獲物の鮮度およびCTC残存量に対する魚の種類，大きさ，処理方法等の影響

篠山茂行・浜田七郎・山田紀作・米　康夫・富山哲夫

(1959 年 12 月 26 日受理)

CHANGE IN FRESHNESS AND CTC RESIDUE OF CHLORTETRACYCLINE-TREATED TRAWLER'S CATCHES WITH SPECIES, SIZE AND METHOD OF TREATMENT

Shigeyuki Sasayama*, Shichiro Hamada* and Kisaku Yamada*
Yasuo Yone** and Tetsuo Tomiyama**

In case of cutlass fish which is flat and long shaped, keeping quality by a direct CTC-icing was superior to that resulted from placing parchment paper on fish which is now in common use by most fishermen. It is to be noticed that the preservative effect of CTC-ice could be only noted in upper part of the container, but not in lower part. The increase in CTC concentration of dip solution resulted in better quality but the effect was not so marked probably due to a rapid rate of spoilage in cutlass fish having flat shape and soft flesh. The sprinkling of CTC solution yielded a better quality in upper part of the container whereas no effect in the lower part. A twice sprinkling gave little better results. The similar results were also obtained in case of croaker. As to the effect on keeping quality of the position of the container in fish hold and of fish position in the container, it was found that cutlass fish held in lower part of the fish hold and of the container gave inferior quality and that not appreciable difference in quality was noted between fish container held in upper and middle part of the fish hold.

The CTC residue in unskinned flesh of cutlass fish was smaller than 0.08 ppm in the direct CTC-icing and 0.05 ppm in the indirect icing. Once sprinkling of sea water solution of CTC up to 150 ppm resulted in the residue smaller than 0.1 ppm. The once sprinkled fish lot showed a marked difference in CTC residue between upper and lower part of the container, while a twice sprinkled lot contained rather uniform CTC residue between upper, middle and lower part. The dip treatment yielded CTC residue of 0.75 ppm at 100 ppm CTC level and of 0.2 ppm at 25 ppm level. In case of croaker, once sprinkling of 100 ppm CTC solution yielded residue smaller than 0.1 ppm in flesh where as dip treatment in 25 and 50 ppm CTC solution resulted in 0.09 ppm and 0.2 ppm CTC, respectively. The decrease in CTC residue of croaker with depth of flesh was comparable with that observed in salmon[13], mackerel[11] and others[3),12)].

底引漁獲物を漁獲直後に CTC 液あるいは CTC 氷で処理すると，保鮮に有効なことは多くの報告[1-5)]により明らかである。しかし底引漁獲物の種類はきわめて多く，その形，大きさも多種多様である。このような漁獲物を CTC で有効に処理するには，船上の作業，魚種，魚体の大きさ等に適応した処理方法が研究さるべきである。また食品衛生の立場からは保鮮効果とともに組織への CTC の滲透について検討せねばなら

* 西海区水産研究所 (Seikai Reg. Fish. Res. Lab., Nagasaki Japan).
** 九州大学水産化学教室 (Fish. Chem. Lab., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

食品の鮮度測定法に関する研究—XI.
水蒸気蒸留法によるサバ肉の揮発性還元物質の定量法

富山哲夫・池浦一也・大山重信

(1959 年 7 月 29 日受理)

STUDIES ON THE METHOD FOR TESTING THE SPOILAGE OF FOOD—XI.
DETERMINATION OF VOLATILE REDUCING SUBSTANCES OF MACKEREL FLESH BY STEAM DISTILLATION

Tetsuo Tomiyama, Kazuya Ikeura and Shigenobu Ōyama*

In the VRS determination by Strohecker's method difficulties were experienced due to foaming in the distillation and due to tediousness in removing protein coagulum adhered to distillation flask. Data in Table 3 clearly indicate that volatile reducing substance (VRS) can be determined on an extract as well which is freed from protein by magnesium sulfate. So, the above trouble can be easily removed by employing this extract.

Since it has been found that both neutral and basic volatile reducing substances were increased at incipient spoilage (Fig. 2), the steam distillation of the extract is to be carried out in alkaline reaction (about pH 9.3). This improvement in the method gives rise to a more pronounced increase in VRS at incipient spoilage. Data illustrated in Fig. 3 demonstrate that VRS is, among several chemical indices, the most sensitive one for bacterial spoilage of the mackerel flesh.

The present method in which six-minute distillation followed by 5-minute boiling with potassium permanganate is employed, enables us to run six determinations with a single apparatus within one hour.

食品の化学的鮮度判定法には揮発酸 (VA と略記), 揮発性塩基 (VBN と略記), トリメチルアミン (TM と略記), pH, 昇汞沈澱反応, チロシン, チラミン, ヒスタミン, 酸化還元電位, 揮発性還元物質 (VRS と略記) 等の定量値が利用されている。これらの内で VRS についての研究をみると, 肉の水蒸気蒸留物の $KMnO_4$ 消費量が鮮度の判定に利用できることが初めて 1937 年に Strohecker 氏等[1]によつて報告され, その後 1944～1956 年に Farber 氏等[2]は獣肉および魚肉圧搾汁を常温で通気して VRS を定量する方法を発展させ, VRS は VBN, TM および VA の値よりも腐敗初期に急激な変化を示すことを発表した。富安氏等[3]は 1952 年に Strohecker 氏等の方法を追試した結果, 供試魚肉の VRS は VBN よりも鋭い変化を示すことを確かめた。

著者等の一人 (富山)[4]はクロルテトラサイクリンによるサバの鮮度保持の研究において, 官能検査では初期腐敗とみられる場合でも VBN が 20 mg% 程度に過ぎなかつたことを観察した。因つてサバの場合の鮮度の官能検査の結果と平行する客観的指標として VRS が役立つかを検討してみた。本研究では硫酸苦土で除蛋白した液を酸性, アルカリ性および中性としてそれぞれ減圧および水蒸気蒸留することによつて揮発成分を酸性, 塩基性および中性区分に分別し, それらのいずれが鮮度低下に関係が深いかを検討した。その結果, VRS 増加の初期には中性および塩基性物質が増加し, 酸性物質の増加は多少遅れることを認めた。これらの検討を基礎として従来の VRS の定量法を改良したのでここに報告する。

* 九州大学水産化学教室 (Lab. Fish. Chem., Fac. Agr., Kyushu Univ.).

研究方法

1. 研究材料

サバは市場より求めたもので，肉のみを採って肉挽器に数回かけて細砕したものを使用した。貯蔵中の変化をみるには，砕肉を数個のポリエチレンの袋に入れ，3～9°C の冷蔵庫に保存し，毎日一つの袋の内容を試験した。

除蛋白剤には富山等[5] が VA の定量に用いた硫酸々性の硫酸苦土の濃厚溶液を用いた。すなわち 600g の $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ を蒸溜水で 1*l* とし，これに 20cc の 6N 硫酸を加えたものである。

2. 定量方法

A. pH: 細砕した供試肉を蒸溜水で約 10 倍に稀釈し，ガラス電極（日立製 EHP-1 型 pH 計）を用いて pH を測定した。

B. VBN: CONWAY の微量拡散法[6] によつた。この場合のビュレットには富山のミクロビュレット[7] を用い，また滴定中の攪拌には magnetic stirrer を用いた。

C. Histamine の定量: 津田，富山の方法[8] により定量した。ただしアンモニヤを除去していないので，多少過大値を示す。

D. VRS の新定量法

（1） 試料の調製: 充分に細砕混和した供試肉の 10.0g に蒸溜水 20cc を加えて乳鉢で充分に抽出し，つぎに除蛋白剤 70cc を加えてミックサーに移し，短時間（約 10 秒）混和してから遠沈する。透明な上澄液 25cc (2.5g の供試肉に相当) を水蒸気蒸留にかける。

（2） 水蒸気蒸留および滴定: 除蛋白液の 25cc を富山等[9,10] が硫化水素および揮発性塩基の蒸留に用いた装置の蒸留部にとり，5% NaOH の 5cc を加えた後，水蒸気を通ずる。他方，冷却管の先端は 200cc 容の三角フラスコにいれた 0.1N $KMnO_4$ の 10cc と 20% NaOH の 10cc との混液に浸し，留出液が 50cc になるまで蒸留を続ける。約 6 分間を要する。つぎに三角フラスコを電熱器上で沸騰後 5 分間保ち，5cc の 10% KI を加える。これを流水中で充分に冷却した後，5cc の硫酸（1: 2）を緩やかに振盪しながら加え，直ちに 0.1N $Na_2S_2O_3$ の 10cc を加えて沃度を除き，つぎに約 0.2cc の 1% 可溶性澱粉液を加え，0.05N KHI_2O_6 で青紫色の沃度澱粉反応が生ずるまで滴定する。なお供試肉抽出液の代りに硫酸苦土溶液と蒸溜水との混合液（7: 3）の 25cc を試料として，肉抽出液と全く同様に操作して盲検値を毎日求める。

（3） VRS の計算: VRS 値の計算は次式[1] による。

$$\frac{(T-B) \times 0.05 \times 1{,}000}{2.5} = \text{VRS},\ \mu e/g\ \text{tissue} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

T = Titer of 0.05N KHI_2O_6 (cc)

B = Blank value (cc)

E. 蒸留物中に存在する酸性，中性および塩基性還元物質の定量法

D (1) 項に記載した方法で調製した除蛋白抽出液を酸性のまま pH 2 で蒸留した時の還元性物質の値 (A+N) を求め，つぎに蒸留残液に 5% NaOH の 5cc を加え，新らしい $KMnO_4$ 液をもつ受器に換えてから蒸留した時の還元性物質の値 (B) を求める。また，蒸留順序を逆にし，まずアルカリ性で蒸留した時の還元性物質の値 (B+N) および蒸留残液を酸性とした時の還元性物質 (A) を求める。また別に除蛋白抽出液を予め中和してから蒸留した時の還元性物質の値 (N) を求める。これらの結果から VRS を構成する酸性物質 (A)，塩基性物質 (B) および中性物質 (N) をそれぞれ算出できるし，また (N) の値を (A+N)−A および (B+N)−B の値から求めて直接に定量した (N) の値と対比することもできる。

研究結果

1. VRS の蒸留速度

定量法の項に示した条件において VRS がどの程度の速度で蒸留されるかをみた結果は，Table 1 に示す

Table 1. Rate of distillation of VRS[1].

Time of distil. (min.)	Titer of 0.05 N KHI_2O_3 (cc.)	Per cent distilled	Volume of distillate (cc.)
2	3.56	92	13
4	0.32	8	31
6	0		51
8	0		70
10	0		90

1) Sample used was a deproteinized mackerel flesh extract.

Table 2. Rate of reaction between $KMnO_4$ and VRS.

Time of boiling (min.)	Titer of 0.05N KHI_2O_6 minus blank value (cc.)	Per cent oxidation of VRS
2	1.65	91.7
4	1.73	96.1
6	1.78	98.9
8	1.79	99.4
10	1.80	100

ように，蒸留液 30cc に全部留出し，蒸留開始後 4 分間で完了した。

2. VRS の量と $KMnO_4$ 消費量との関係

蒸留液中の VRS と $KMnO_4$ との反応速度について実験した結果は Table 2 にみられるように，煮沸開始後 6 分で完了したことを示す。

VRS の量と $KMnO_4$ 消量量との量的関係は Fig. 1 に示すように，0.1N $KMnO_4$ の 10cc を用いた場合に両者が直線関係を示す範囲は $KMnO_4$ の量が約 15% 還元されるまで，すなわち盲検値を控除した 0.05N KHI_2O_6 の滴定値として 3cc までであつて，それ以上の VRS が存在すると直線関係からそれる。しかし VRS の対数値と 3cc 以上の $KMnO_4$ 消費量との間には直線関係が保たれる。したがつて蒸留液の $KMnO_4$ 消費量が 3cc，すなわち 150μe 以上であつた場合には，除蛋白剤と水 7: 3 の混合液で抽出液を適当に稀釈してから蒸留をやりなおすか，あるいは富山[11]が水の $KMnO_4$ 消費量の定量の場合に用いたような方法で補正せねばならない。すなわち Fig. 1 に示す曲線の直線部の傾斜を図から求めると，

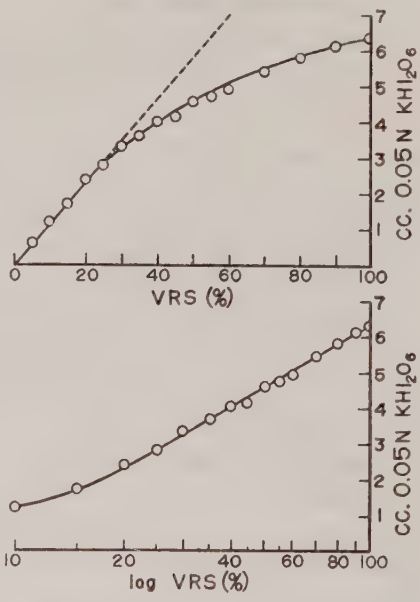


Fig. 1. Relationship between VRS and titer of 0.05N KHI_2O_6.

$$\tan\theta = \frac{p-3.00}{\log 100 - \log x} \fallingdotseq 5.9$$

p = apparent $KMnO_4$ − consumption of a sample extract.

x = per cent VRS corresponding to a level of 3cc of 0.05N $KMnO_4$, which is obtained to be 27% from data presented in Fig. 1.

Since P is equal to $\frac{3\times 100}{x}$, where P, corrected value,

$$\log 100 - \log \frac{3\times 100}{P} = \frac{p-3.00}{5.9}$$

$$\log P = 0.17p - 0.032 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

(2) 式を用いると，消費量 3cc 以上の場合の定量値 p から VRS に正比例した消費量 P を算出することができる。

3. 生肉の VRS と抽出液の VRS との比較

STROHECKER 法のように生肉を直接に水蒸気蒸留した時の VRS と肉の除蛋白抽出液について求めた

Table 3. Comparison between values for VRS which were distilled from ground flesh and deproteinized flesh extract.

Sample	Days of storage at 3～9°C.					
	0[a]	1[b]	2[c]	3[d]	4[e]	5[f]
pH of ground mackerel flesh	5.84	5.95	6.04	5.94	6.04	6.04
Ground mackerel flesh	6.00	12.0	37.6	106	133	144
Extract of the flesh adjusted to pH 6.0	9.00	2.80	21.4	108	108	124
Ground flesh + $MgSO_4$ (pH 1.98)	7.00	11.6	29.8	98	105	101
Extract of the flesh (pH 1.98)	11.4	4.00	12.6	86	86	100
Ground flesh + $MgSO_4$ + NaOH*	27.2	27.2	95.6	163	182	195
Extract of the flesh + NaOH*	11.0	11.6	67.0	161	174	198

0[a]: fresh. 1[b]: no change. 2[c]: slight fishy odor, slight rancid odor. 3[d]: strong fishy odor, stale. 4[e]: slight putrid odor. 5[f]: putrid odor. * pH 9.3.

VRS との間にどの程度の差があるかについて検討した。肉の抽出液を調製するには，三塩化酢酸はアルカリ性で加熱すると分解するために使用できないので，富山等[5]が VA の定量に用いた除蛋白剤，即ち微酸性とした硫酸苦土の濃厚溶液を用いた。生肉と除蛋白抽出液を供試した時の比較結果は Table 3 に示す通りである。抽出液を中性，酸性およびアルカリ性で蒸留した場合の VRS 値は，肉そのもの，肉に硫酸苦土を加え酸性としたもの，およびアルカリ性としたものからの VRS 値よりそれぞれ僅かに低かつた。しかし硫酸苦土による除蛋白抽出液をアルカリ性 (pH 9.3) で蒸留した時の VRS は生肉そのままを蒸留した時の VRS と同様に初期腐敗の様相をよく示した。また前者の値の方が後者よりも大きいので，実験誤差の影響が小さい。なお，生肉を直接に水蒸気蒸留する場合の発泡，容器を清浄に保つことの困難等を考慮に入れると，抽出液を用いた方がよいといえる。

4. 酸性，アルカリ性および中性で留出した VRS の鮮度低下に伴う変化

VRS を構成している成分を粗分画し，それらの変化をみた上で蒸留の条件を決定しようと考え，定量法の項で示したように，鮮度の異なる肉の抽出液を種々の酸度あるいは塩基度に調整して蒸留してみた。サバ肉の貯蔵中におけるこれらの値の変化は Fig. 2 に示す通りである。すなわち酸性物質の増加はきわめて少ないのに反し，塩基性物質は 1 日後から，また pH 6 で留出する中性物質は 2 日後から著るしく増加し，両者の割合は大略 1:1 であつた。

水蒸気蒸留と減圧蒸留とを比較した結果は Table 4 に示すように，いずれの蒸留法によつても酸性物質の増加が著明になるのは初期腐敗の徴候を過ぎてからであつたのに対し，塩基性物質および中性物質の増加は初期腐敗の時期に著明であつた。したがつて定量の誤差を少なくする目的から塩基性および中性物質を併わせ定量できるように，抽出液をアルカリ性 (pH 9.3) として蒸留するように定量法を定めた。

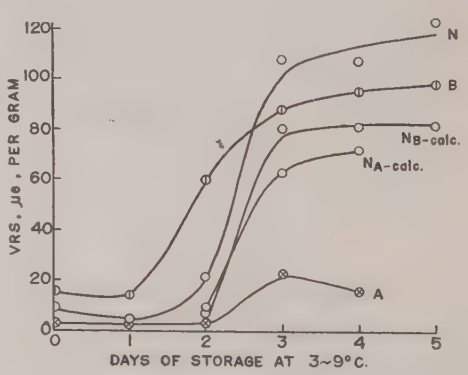


Fig. 2. Increase with storage of ground mackerel flesh in amount of neutral, basic and acidic substances in a steam distillate of the flesh. N: neutral substances which are steam-distilled from the extract of pH 6.0. B: basic substances steam distilled from the extract of pH 9.3. $N_{B-cal.}$: (B+N) −B. See foot-note of Table 4. $N_{A-cal.}$: (A+N) − A. See foot-note of Table 4.

Table 4. Change in VRS when deproteinized extract was distilled at acid, alkaline and neutral reaction.

Kinds of distillate		Days of storage at 4~8°C.					
		0	1	2	3	6	10
Distil. by steam	A+N*	3.0	4.7	5.2	16.8	82	83.5
	B§	3.1	9.9	21.2	102	123	133.5
	N†	4.1	9.9	7.1	—	83.5	88.0
	B+N††	4.1	10.4	22.9	114	197	245
	A**	2.1	1.3	1.2	5.4	15.0	19.5
Distil. under reduced press.	A+N	11.0	11.0	13.0	19.3		
	B	4.50	7.7	16.3	23.5		
	N	2.90	3.3	7.5	23.8		
	B+N	4.30	9.1	12.1	51.2		
	A	2.10	2.5	7.7	6.3		

* A+N: acidic and neutral substances which are distilled off from acidic reaction. § B: basic substances which are distilled off from alkaline reaction following the distillation of A+N. † N: neutral substances distilled off from neutral reaction (pH 6.0). †† B+N: basic and neutral substances distilled off from alkaline reaction. ** A: acidic substances distilled off from acidic reaction following the distillation of B+N.

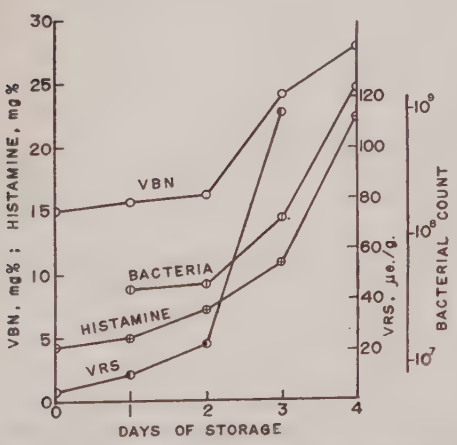


Fig. 3. Increase in VRS, VBN, histamine and bacterial count in ground mackerel flesh with storage at 4~8°C.

5. 鮮度低下に伴う VRS 値の変化と VBN，ヒスタミン量および細菌数の変化との相関

細砕したサバ肉をポリエチレンの袋に入れて 4~8°C に放置中における鮮度の変化を本法による VRS, CONWAY 法による VBN，津田・富山法によるヒスタミン量，細菌数および官能検査により追跡した。その結果は Fig. 3 に示す通りである。この結果からみると，少なくともサバの場合には約 30 μe の VRS 値によつて腐敗の初期が鋭敏に捕捉できるようである。しかし VBN の 30 mg% によつては腐敗の初期は検知できない。

考　　察

STROHECKER 氏等による VRS の定量に当つての難点は生肉を試料とすることにあり，FARBER 氏等による VRS の定量の難点は肉の圧搾汁を調製することの困難さにある。これらの場合にはいずれも発泡が甚しく，生肉の場合には蒸留器に附着した蛋白質を毎回除去洗滌することが面倒である。本研究の結果では生肉の VRS はその肉を微酸性の濃厚硫酸苦土溶液で除蛋白した沪液に大部分集まることがわかつたので，この抽出液を定量に用いることによつて操作が簡単となつた。

STROHECKER 氏等は肉の水蒸気蒸留物中にアルデヒド反応を示す物質はほとんどなく，ケトンが時々検出されたと報告している。しかし揮発性物質の性質について検討した報告はない。本研究から分かることは酸性で6分間水蒸気蒸留した物のなかには還元性物質は少なく，むしろアルカリ性で蒸留したもののなかに還元物質が多い。アンモニヤはアルカリ性 $KMnO_4$ と反応しないから，塩基性の VRS は TM のような炭素をもつ物質に違いない。Table 3 をみると，生肉をアルカリ性として蒸留した時の VRS は除蛋白抽出液を同様にアルカリ性とした時の値に比らべて高いことが注目される。これは富山[10,12]が生肉の水蒸気蒸留あるいは通気により VBN を測定した場合に，同一肉の三塩化酢酸抽出液よりも常に高い値をえた事実と類似している。これらの事実から生肉はアルカリ性で加熱すると還元性塩基物質を遊離することが窺がえる。

また興味の多いことは中性で留出する還元物質が腐敗開始時に増加することである。また腐敗がさらに進行しても中性物質の増加率は初期腐敗時のそれに比らべると著るしく小さくなることも注目に値する。この中性物質の種類およびそれらの母体については今後の研究にまたねばならない。STROHECKER 法および FARBER 法では中性附近で蒸留あるいは通気しているので，主として中性物質の増加量を鮮度判定の指標としていることは明らかである。本法では試料抽出液をアルカリ性として蒸留し，塩基性および中性の還元性

物質を一緒に定量して成るべく高い VRS 値を求め，鮮度判定の誤差を少なくするように方法を決定した。

本定量法の条件における VRS の蒸留速度は STROHECKER 氏が蒸溜液 30 cc について定量していることの正しさを裏書きしている。VRS 量と $KMnO_4$ 消費量との関係についての代表的例では，用いた $KMnO_4$ の 15% 以上消費した場合には補正すべきことを知つたが，この関係は VRS を構成する化合物により異なるであろうから，種々の試料肉および腐敗度のものでさらにこの関係を確かめる必要があろう。STROHECKER 法の操作は本定量法によつて簡易化されたので，少なくとも 6 つの定量を一人で一つの装置を用い 1 時間以内に実施できることは特記に値する。

サバ肉の鮮度低下に伴う VRS の変化を細菌数，VBN およびヒスタミン量の変化と対比すると，腐敗の初期は VRS の 30 μe で示されるようにみえる。しかし 6 カ月冷凍貯蔵したメバチマグロの筋肉について VRS を最近測定したところ，背部，腹部いずれの肉においても VRS は平均 4～8 であつたが，血合肉だけが 53～120 (平均 88) を示した。この高い値は血合肉の正常な代謝物なのか，死後酵素分解によつて生じたものか，あるいは死後血管を経て侵入した細菌によるものかについては今後の研究にまたねばならないが腐敗の初期を知るための VRS 値を設定するに当つては魚種や組織の種類による VRS の差異をも考慮に入れる必要がある。

総　　括

STROHECKER 氏等の VRS 定量法における操作上の難点を検討してつぎのような結果をえたので，それらに基ずいて改良法を提出した。

1. 腐敗の開始を示す VRS は中性物質と塩基性物質とからなる。STROHECKER 氏等の方法では中性物質のみを定量しているが，本法では塩基性物質もともに定量できるようにした。
2. 水蒸気蒸留には肉を直接に用いないで，硫酸苦土による除蛋白抽出液を用いるよう改良した。
3. 水蒸気蒸留時間は 6 分，$KMnO_4$ 液との反応時間は 5 分で充分であつた。
4. VRS の値は酸化に用いた $KMnO_4$ の 15% 相当の範囲だけが消費量と比例した。
5. サバ肉を低温に貯蔵中の鮮度低下の模様を VRS, VBN, ヒスタミンおよび細菌数によつて追跡した結果，VRS が腐敗の開始期を知るのに適していることを知つた。

本研究を行なうに当り，津田　厚，滝　武および衣斐　剛の諸氏の助力を得たので，ここに謝意を表したい。

文　　献

1) STROHECKER, R., VAUBEL, R., and KIRCHBERG, H.: *Z. Anal. Chem.*, **110**, 1 (1937).
2) LANG, O. W., FARBER, L., BECK, C., and YERMAN, F.: *Ind. Eng. Chem., Anal. Ed.*, **16**, 490 (1944). FARBER, L.: *Food Technol.*, **3**, 300 (1949). ————: *ibid.*, **6**, 319 (1952). FARBER, L., and FERRO, M.: *ibid.*, **10**, 303 (1956).
3) 富安行雄・豊水正道・高橋喜久雄: 九州大学農学部学芸雑誌, **12**, 391 (1952).
4) 富山哲夫・米　康夫: 本誌. **25**, 290 (1959).
5) TOMIYAMA, T., ANTONIO, A. DA COSTA, and STERN, J. A.: *Food Technol.*, **10**, 614 (1956).
6) CONWAY, E. J.: Micro-diffusion analysis and volumetric error, Rev. ed., 1947, D. Van Nostrand Co., Inc., New York.
7) 富山哲夫: 日農化, **13**, 1007 (1937).
8) 津田　厚・富山哲夫: 本誌. **25**, 451 (1959).
9) 富山哲夫・神崎嘉瑞夫: 本誌, **17**, 115 (1952).
10) 富山哲夫・井出克己・秋山　勉: 本誌, **17**, 191 (1952).
11) 富山哲夫: 陸水雑, **8**, 314 (1938).
12) 富山哲夫: 本誌, **17**, 405 (1952).

食品の鮮度測定法に関する研究—XII

揮発性還元物質(VRS)の分画

富山哲夫・池浦一也

日本水産学会誌
第二十六巻 第二号 別冊
昭和三十五年二月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 26, No. 2, Feb. 1960.

食品の鮮度測定法に関する研究—XII.
揮発性還元物質 (VRS) の分画

富山哲夫・池浦一也

(1959 年 9 月 1 日受理)

STUDIES ON THE METHODS FOR TESTING THE SPOILAGE OF FOOD—XII.
FRACTIONATION OF VOLATILE REDUCING SUBSTANCES (VRS) WITH ION-EXCHANGER

Tetuo Tomiyama and Kazuya Ikeura*

A study was made to ascertain a finding in the previous paper[1] that showed a marked increase in neutral substances at incipient spoilage. A fractionation with Amberlite IRC 50 and IRA 400 was carried out of VRS in steam distillates obtained from a deproteinized extract of mackerel flesh whose pH's were adjusted to 2.0, 6.0 and 9.3 before the distillation.

Data given in Table 1, 2 and 3 clearly indicate that VRS which are distilled off at pH 6.0 are contaminated with basic substances and appreciably increase with a slight rise of pH of the sample extract. The fractionation into acidic, basic and neutral VRS with ion-exchanger resulted in a fairly good conformity with respective VRS values obtained by the steam distillation (Table 5). Fig. 1 illustrates the change in volatiles of mackerel flesh stored at 6～10°C. It is clearly seen that the basic VRS increases after 1-day storage and nearly stops its increase at 3 to 4 day storage while the neutral VRS increases after 2-day storage and continues to increase up to 4-day storage at least.

著者等は前報[1]でサバ肉の除蛋白抽出液を酸性，中性およびアルカリ性で水蒸気蒸留した時に留出する VRS を個々に定量し，鮮度低下との関係を追跡した。この条件では鮮度低下の初期に中性および塩基性 VRS は著るしく増加するが，酸性 VRS の増加は僅かであり，また中性 VRS の量は塩基性 VRS の量に近いことを報告した。

VRS のうちで酸性および塩基性区分については従来研究されているが，中性区分の分画は試みられていないので，本研究では留出物をイオン交換樹脂によつて VRS を中性，酸性および塩基性物質に分画してみた。また各区分の VRS と鮮度低下との関係を検討してみたところ，前報の結果と類似の傾向がえられたので，ここに報告する。

研究材料および方法

1. 研究材料

供試肉は市場より求めた新鮮なサバから採つたもので，肉挽器に 2 回かけ，これを数個のポリエチレンの袋に入れて冷蔵庫 (6～10°C) に貯蔵した。この期間の鮮度低下の測定には毎回 1 個の袋に入れたものだけを使用した。

2. 分画法

a，蒸留法による分画： 前報[1]に報告したように，(1) pH 6.0 で水蒸気蒸留した中性 VRS N を求め，(2) pH 9.3 で蒸留した VRS $B+N$ から N を差引いて塩基性 VRS B を求め，(3) pH 2.0 で蒸留した

* 九州大学水産化学教室 (Lab. Fish. Chem. Fac. Agr. Kyushu Univ., Fukuoka).

VRS $A+N$ から N を差し引いて酸性 VRS A を求める。

b. イオン交換樹脂による分画: 塩基性物質の分離: 一供試肉 5g 相当量の除蛋白抽出液を pH 9.3 で水蒸気蒸留した液 50cc のうち 25cc を内径 8.5mm のガラス管につめた約 2cc の Amberlite IRC 50 (H 型) に通すと，中性物質は通過し，塩基性物質は吸着される。樹脂は蒸留水で洗滌した後，15cc の 1N 硫酸を通して塩基性物質を脱着させ，20cc の蒸留水で洗滌する。この硫酸による脱着率は Table 1 にみられるように完全である。全体を 50cc に蒸留水で充した後，10cc 0.1N $KMnO_4$ と 10cc 20% NaOH とを加え，定量法[1]にしたがつて VRS を求める。酸性物質の分離: —pH 2.0 で水蒸気蒸留した時の留出液 50cc のうち 25cc を約 2cc の Amberlite IRA 400 (OH 型) に通すと，酸性物質のアニオンと OH^- とが交換する。つぎに蒸留水で洗滌してから 1N 硫酸の 15cc で脱着し，さらに蒸留水で洗滌して 50cc とし，VRS を求める。なおこの条件での脱着率は満足すべきものである (Table 1)。中性物質の分離: —Amberlite IRC 50 あるいは IRA 400 を通過した中性区分は蒸留水で 50cc とした後，VRS を求める。なお中性で蒸留した区分に中性物質以外のものが混在するかを検討するには，IRC 50 を通し，つぎに IRA 400 を通過させてから VRS を求める。

Table 1. Elution of VRS with 1N H_2SO_4 from Amberlite IRC 50 and IRA 400.

	Eluate* from IRC 50			Eluate* from IRA 400			
	1st. fract.	2nd. fract.	3rd. fract.	1st. fract.	2nd. fract.	3rd. fract.	4th. fract.
VRS, μe/g.	40	2.0	0.1	13	8.6	0	0.4
Recovery (%)	95	4.8	0.2	59	39	0	2

* 5cc. each fraction.

研究結果および考察

1. 抽出液の pH を変えて蒸留した場合の中性 VRS の変動

中性の VRS を定量するために，抽出液の pH を中性附近に調節して蒸留したところ，しばしば同一試料が一定の $KMnO_4$ の消費量を示さなかつた。これは抽出液の pH の調整の程度によつて起るのではないかと推察されたので，pH を 6 から 7.5 まで調整した抽出液を水蒸気蒸留して VRS を定量してみた。Table 2 に示すように，pH が 6 より僅か増加すると，VRS 値が増加し，pH 7.5 でかなり大きな値を示した。この原因として考えられることは，蒸留中に CO_2 が失われて pH が上昇し塩基性物質が一部留出する可能性があり，また塩基性物質が酸性においても留出する可能性もある。Table 3 に示した結果は明らかに後者の可能性が正しいことを示している。さらにトリメチルアミン (TMA) を pH 5.5～7.0 の範囲で水蒸気蒸留したところ，45～58% 留出することが分つた。なお pH 9.3 で蒸

Table 2. Change in neutral VRS with pH variation between 6.0 and 7.5.

pH	Days of storage of minced mackerel flesh					
	0	1	2	3	4	5
6.0	9.0	2.8	21.4	108	107	124
6.5			25.4	111	135	138
7.0			43.4	120	149	167
7.5	7.6*	12.0	62*	134	156	156

* distilled at pH 7.3.

Table 3. Effect of pH on distillation of neutral and basic VRS and of trimethylamine.

pH value			VRS, μe/g.		TMA	
initialliy adjusted	diluted*	after distil.	neutral	basic	cc. 0.05N KHI_2O_6 per 25 cc§	% recovery
5.50	5.76	5.78	27	6.0	1.33	45
6.00	6.14	6.17	31	16	1.44	48
6.50	6.69	6.53	31	24	1.66	56
7.00	7.18	6.92	36	33	1.74	58
9.30					2.92	98

* Since the volume of sample after the distillation increased to 38cc., the change in pH value during the distillation was rechecked on diluting each sample to 38cc.

§ A 25-cc. aliquot of sample contains 1.125mg. trimethylamine hydrochloride.

留すると，TMA は 98% 定量できた。TMA の還元当量価を計算すると，1.125 mg TMA-HCl を含む 50 cc は 2.98 cc 0.05 N KHI_2O_6 に相当する $KMnO_4$ を消費したので 1 分子当り 12.6 当量となる。もし TMA の酸化が (1) 式に示す反応にしたがえば，1 分子当り 12 当量となるので，本定量法[1] の条件では TMA は (1) 式にしたがつて酸化されるに達いない。また TMA の既知量と還元当量

$$N \equiv (CH_3)_3 + 60 = 3\,CO + 3\,H_2O + NH_3 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

との関係は 0.05 N KHI_2O_6 の滴定値 3.5 cc までは正比例することが分つた (Table 4)。

Table 4. Relationship between amount of trimethylamine hydrochloride and $KMnO_4$ consumed.

TMA-HCl (mg./50 cc.)	0.05 N $KMnO_4$
0.15	0.45
0.30	0.81
0.45	1.24
0.60	1.54
0.75	1.96
0.90	2.25
0.975	2.48
1.05	2.68
1.125	2.90
1.20	3.09
1.275	3.25
1.35	3.36
1.50	3.79
1.65	3.93
1.80	4.19
1.95	4.33
2.10	4.60
2.25	4.85

Table 5. Fractionation of acidic, basic and neutral VRS by employing ion-exchangers.

pH of sample when distilled	Property of volatiles	No. of sample*	VRS fractionated by treatment with Amderite IRC 50 effluent	Amderite IRC 50 eluate	Amberlite IRA 400 effluent	Amberlite IRA 400 eluate	by distillation
2.0	acidic	1				8.4	−5.4
		2				8.0	4.3
	neutral	1	11		2.6		16
		2	53		54		59
9.3	basic	1		35			28
		2		52			48
	acidic	1				3.4	
		2				0	
6.0	basic	1		8.0			
		2		11			
	neutral	1		4.8**			
		2		46**			

* Sample 1: mackerel flesh extract, 2-day storage at 6～10°C; Sample 2: the same as sample 1 except 3-day storage.
** VRS determined on effluent resulted from passing Amberlite IRC 50 and IRA 400 successively.

2. イオン交換樹脂による VRS の分画

除蛋白抽出液の pH を 2.0, 6.0 および 9.3 に調節した後，水蒸気蒸留した酸性＋中性区分 ($A+N$)，中性区分 N および塩基＋中性区分 ($B+N$) を Amberlite IRC 50 および IRA 400 によつて研究方法の項に記述した方法で分画した。Table 5 に示した結果は中性区分には塩基性物質が混在することを示し，またイオン交換樹脂により分画した各種の VRS の値が蒸留法で分画し計算により求めた値と比較的によく一致したことを示しており，蒸留法でえられた前報の結果は再確認されたといえる。

3. サバ肉を低温に放置した時の酸性，中性および塩基性 VRS の変化

細砕したサバ肉を 6～10°C に放置した時の各種 VRS を蒸留法およびイオン交換樹脂法で分画定量した結果は Fig. 1 に示してある。中性の VRS が 2 日から 4 日まで直線的に増加している点を除けば，他の VRS の変化は前報の結果と大体近似している。

この図から明らかなように，蒸留法の値の変化はイオン交換樹脂法の値の変化と平行している。塩基性物質は 2 日後に急激に増加するが，3 日以後の増加率は小さかつた。これに対し中性物質は 2 日までは増加しないが，3 日後には急激に増加し，4 日後まで増加率は減少しなかつた。酸性物質はこの蒸留条件においては微量であり，4 日後に僅かに増加したに過ぎない。

前報で提出した著者等の VRS の定量法によつてえられる値は塩基性物質と中性物質との合量であるから Fig. 1 にみられるように，2 日後に急増し，直線的に増加するのが一般である。他方，STROHECKER 法[2] あるいは FARBER 法[3] では試料肉そのものあるいはその圧搾汁を試料として蒸留あるいは通気しているの

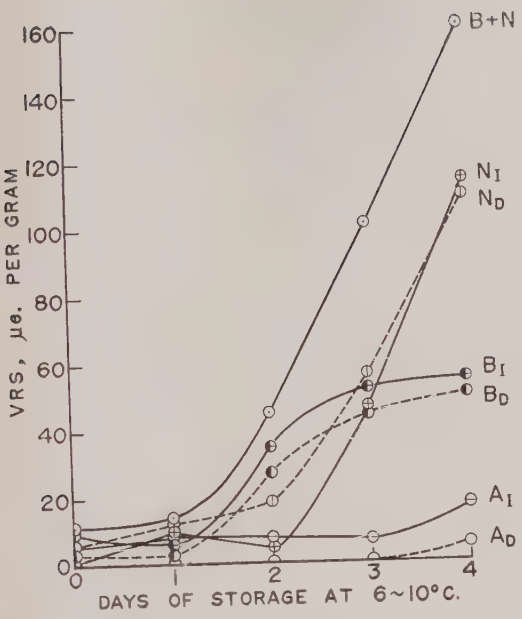


Fig. 1. Change in acidic, basic and neutral VRS of the extract of minced mackerel flesh stored at 6~10°C. A: acidic VRS. B: basic VRS. N: neutral VRS. B+N: VRS distilled off at pH 9.3. Suffix I and D denote each fraction obtained with the ion exchanger and the distillation, respectively.

で,主として中性物質を定量しているわけである。したがつてもしこの実験の試料をこれらの方法で定量すると，VRS は3日後に急増するはずである。しかしこれらの方法においては試料の pH を一定に調整することなしに定量しているので，腐敗の初期に pH が上昇する試料では中性物質の他に塩基性物質の一部をもあわせ定量することになる。このことは VRS 値が初期腐敗時に急激に増加を示す一つの理由であろう。STROHECKER 等[2]の VRS 定量値と試料の pH との関係をみると，pH が僅かに増加すれば VRS が著るしく増加することがよく示されている。FARBER 等[4]は缶詰魚肉の品質は VRS の値によつて最もよく表現できると報告しているが，これは原料肉の鮮度によつて中性物質の量が異なるだけでなく，缶詰にした場合の pH が僅かでも移動すると，VRS 値に塩基性物質が加わつて缶詰肉の品質の差異を大きく表現するものと推察される。

総　括

1. 中性物質の蒸留に当つて試料抽出液の pH を6から7に変えると，中性物質の値が著るしく大きくなる。この増加は塩基性物質の一部がこの pH 範囲で留出するためである。

2. TMA は pH 5.5～6.5 の酸性においても 45～56% 留出した。TMA の還元当量は1分子当り 12 当量であり，本定量法の条件では 0.05N KHI_2O_6 の滴定値が 3.5cc までは滴定値と TMA との間には直線的関係が成立する。

3. イオン交換樹脂法で分画した値からみると，蒸留法で分画した値に大きな誤りのないことが分つた。

4. サバ肉を 6～10°C に放置した場合に生ずる VRS の変化をイオン交換樹脂法および蒸留法で追跡したところ，塩基性物質は中性物質より1日早く増加するが，3日以後はほとんど増加しないのに対し中性物質は2日より3日にかけて急激に増加し，以後は直線的に増加を続ける。酸性物質はこの条件では4日後に僅かに増加したに過ぎない。

5. STROHECKER 法および FARBER 法では，主として中性物質を定量していることが分つたが，鮮度低下とともに試料の pH が増加するので，初期腐敗時以後は中性物質だけでなく塩基性物質も VRS 値に入つてくるものと推論した。

本研究を遂行するに当つては，藤野清也氏の助力ならびに津田　厚氏の助言を受けた。ここに深謝の意を表する。

文　献

1) 富山哲夫・池浦一也・大山重信: 本誌, **26**, 33 (1959).
2) STROHECKER, R., VAUBEL, R. and H. KIRCHBERG: *Z. anal. Chem.*, **110**, 1 (1937).
3) LANG, O.W., FARBER, L., BECK, C. and F. ZERMAN: *Ind. Eng. Chem.*, Anal. Ed., **16**, 490 (1994). FARBER, L.: *Food Technol.*, **3**, 300 (1949); *ibid.*, **6**, 319 (1952).
4) FARBER, L.: *Food Technol.*, **10**, 303 (1956).

食品の鮮度測定法に関する研究—XIV.

水蒸気蒸留法による VRS の定量法の比較並びに定量される VRS の性質

富山哲夫・池浦一也・藤野清也

日本水産学会誌
第二十六巻 第二号 別冊
昭和三十五年二月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 26, No. 2, Feb. 1960.

食品の鮮度測定法に関する研究—XIV.

水蒸気蒸留法による VRS の定量法の比較並びに定量される VRS の性質

富山哲夫・池浦一也・藤野清也

(1959 年 11 月 11 日受理)

STUDIES ON THE METHOD FOR TESTING THE SPOILAGE OF FOOD—XIV.

ON NATURE OF VOLATILE REDUCING SUBSTANCES (VRS) DETERMINED BY STROHECKER METHOD

Tetuo TOMIYAMA, Kazuya IKEURA and Seiya FUJINO*

TOMIYAMA and IKEURA[2] made it clear that both basic and neutral substances are involved in VRS value obtained by their method[1]. The present paper deals with how much VRS and whether basic or neutral VRS can be oxidized by the STROHECKER method[3] which employs an acidic solution of permanganate as contrasted to an alkaline solution in the TOMIYAMA et al's method[1]. A study has also been carried out of the efficiency of ion-exchanger in separating basic VRS from neutral one. Data presented in Tables 1 and 2 indicate that only free basic VRS can be adsorbed quantitatively on Amberlite IRC-50 and that the salt of basic VRS shall be separated with Dowex 50. Data given in Table 4 show that the extent of oxidation of both neutral and basic VRS according to the STROHECKER's procedure[3] is relatively small when compared with that by the TOMIYAMA et al's method[1]. It is noted that a modified STROHECKER's procedure proposed by TOMIYASU et al[4] gives a comparable value with that by the original procedure in case of the neutral substances, while higher value in case of the basic ones.

富山等の揮発性還元物質 (VRS) の定量法[1] によつて求められる VRS の値には中性物質並びに塩基性物質が包含されることを前報[2] において報告した。VRS の定量法として始めて提出された STROHECKER 氏等の方法[3] では水に懸濁した試料肉を水蒸気蒸留し，留出液を酸性の過マンガン酸カリ液で捕集している。他方，富山等は試料肉抽出液をアルカリ性で蒸留し，アルカリ性の過マンガン酸カリ液で捕集している。したがつて，これらの方法でそれぞれ定量される化合物の種類および量は当然異なつているに違いない。

因つて本報ではサバ肉の鮮度低下中に生ずる VRS を中性および塩素性物質に分画し，これらが両方法によつてどの程度定量されるかについて研究した。

研 究 方 法

1. 材料: 使用したサバは市場から求めたものであつて，鮮度の異なる材料はつぎのようにして作つた。すなわち採肉後，肉挽器で細砕したものをポリエチレンの袋に入れ，冷蔵庫に放置し，適当な鮮度低下となつたものを凍結貯蔵しておき，研究の必要に応じて解凍して実験に供した。

2. pH の測定: ガラス電極を用いる日立製作所製の EHP-1 型の pH 計を用いた。

3. イオン交換樹脂による VRS の分画法: Amberlite IRC-50 の H 型および Dowex-50 の H 型を用いる VRS の分画法はいずれもほとんど同様である。すなわちサバ肉の硫酸マグネシヤによる除蛋白抽出

* 九州大学水産化学教室 (Lab. Fish. Chem. Fac. Agr. Kyushu Univ., Fukuoka).

液[1] 100cc に 10cc の 10% NaOH を加えてから中性および塩基性物質を水蒸気蒸留し，約 100cc の留出液を集める。この留出液の pH は約 9.4 であるから，この留出液から 25cc を3個とり，稀硫酸の少量を加えて pH をそれぞれ 8.3, 7.3 および 6.3 の3区に調整した。これらを内径 8mm のガラス管にいれた 2cc のイオン交換樹脂に通し，つぎに水洗いして流出液と合わせて一定容とする。この中性物質区分は富山等の方法では 50cc とした後定量し，STROHECKER 法[3]では 30cc とした後 10cc の 0.1N $KMnO_4$ (1l につき 40cc 濃硫酸を含む) を加えて10分間煮沸酸化し，富安氏等による同法の変法[4]の場合は 100cc に充して後 10cc の 0.1N $KMnO_4$ と 10cc の稀硫酸 (1: 1) を加え 10 分間煮沸して酸化定量する。他方，樹脂に吸着された塩基性区分は 1N 硫酸の 15cc で溶出し，水洗いして各定量条件に応じてそれぞれ一定量とし，中性物質と同様に各種の方法で塩基性物質を定量する。

研究結果および考察

1. イオン交換樹脂による VRS の分画

前報[2]においては，イオン交換樹脂によつて VRS を分画する場合に蒸留液をそのまま Amberlite IRC-50 に通した。しかし蒸留液の pH をさげれば，塩基性物質はカチオンとなるので，塩基性物質の分離能率をよくするだろうと考察される。因つて実験方法の項に示したように蒸留液の pH を調整した場合，塩基性物質がイオン交換樹脂に対してどのような行動をとるかを吟味した。Table 1 に示した結果からみると遊離の塩基性物質は IRC-50 の H^+ により中和されてカチオンとなり，直ちに交換樹脂に入ると推察される。しかし塩基性物質を含む液の pH をさげてから IRC-50 に通すと，塩基性物質は完全には交換されないことが分かつた。このことは流出液がネスラー試薬に反応することからも確認された。

他方，Dowex 50 の H 型を用いて同様に異なる pH の供試液を処理してみた結果は Table 2 にみられるように，pH 9.3～6.3 の範囲では塩基性物質は中性物質に混入することはなかつた。なお Dowex 50 よりの流出液をネスラー試薬によつて定性試験したところ，反応物質は供試液の pH の如何を問わず，いずれも痕跡に過ぎなかつた。

Table 1. Effect of pH adjustment of the steam distillate on the separation of basic VRS with Amberlite IRC-50.

pH value of distillate adjusted before passing through the exchanger	VRS in effluent (neutral)		VRS in eluate (basic)		sum of neutral and basic VRS
	cc 0.05N $KMnO_4$	%	cc 0.05N $KMnO_4$	%	
9.4*	0.99	100	1.58	100	2.57**
8.5	1.19	120	1.43	90	2.62
7.5	1.91	193	0.62	39	2.53
6.5	1.83	185	0.74	47	2.57

* Without any addition of sulfuric acid. The pH value of the effluent was 5.2.
** VRS value of the distillate was 2.51.

Table 2. A comparison between Amberlite IRC-50 and Dowex 50 in separating basic and neutral VRS from a steam distillate of alkalized extract of mackerel flesh.

pH value of distillate	Amberlite IRC-50		Dowex 50	
	Basic μe/g.	Neutral μe/g.	Basic μe/g.	Neutral μe/g.
9.34*	31	42	36	43
8.30	29	46	34	44
7.30	27	47	35	44
6.30			33	44

* Without any addition of sulfuric acid.

2. STROHECKER 法と富山等の方法との比較

STROHECKER 法は試料肉の pH において水蒸気蒸留したものを酸性過マンガン酸カリで酸化しており，富安氏等による変改法は原法と大同小異である。これらに対し富山等は肉の除蛋白抽出液を pH 9.3 で蒸留したものをアルカリ性過マンガン酸カリで酸化している。サバ肉についてこれらの方法による VRS 値を比較した結果は Table 3 に示すように，

Table 3. A comparison of VRS's determined by various methods.

Days of storage at 2～9°C	STROHECKER et al μe/g.	TOMIYASU et al μe/g.	TOMIYAMA et al μe/g.
3	—	25	66
4*	23	43	99
9*	52	68	132
10	57	72	196

* The minced mackerel flesh was kept in freezer after storage and then VRS was determined on 10 day.

富山法は塩基性物質を包含するだけでなく，VRSの酸化率も高いので，STROHECKER 法値よりも大きい値を示した。したがつて富山法によると少量の試料の場合にも誤差少なく定量することができる。

3. 富山等の方法および STROHECKER 法により定量される物質および割合

鮮度低下したサバ筋肉から前報[2]の方法で調整した水蒸気蒸留液を Amberlite IRC-50 に通して，中性物質と塩基性物質とに分画した。これら二つの分画区を試料として富山等の方法[1]および STROHECKER 法[3]並びにその変法[4]で直接定量した結果は Table 4 に示す通りである。この表をみると，富山等の方法が最も高い値を示し，この値を基準とすれば中性物質では STROHECKER 法および富安氏等によるその変法はいずれも 44% であり，塩基性物質では前者が 11%，後者が 30% に相当した。富山等の方法以外はいずれも酸性過マンガン酸カリ液で酸化している。もし中性および塩基性物質がアルカリ性よりも酸性に対し安定であれば，たとえ過マンガン酸カリの酸化電位は酸性の方がアルカリ性より高くとも，過マンガン酸カリの消費は小さく現われるはずである。因つて塩基性区分を代表としてトリメチルアミンについて吟味したところ，富山等の方法では 0.05N $KMnO_4$ の 2.56cc を消費したのに対し，STROHECKER 法では 0.11cc，富安氏等による変改法では 0.39cc の消費に過ぎなかつた。

なお，定量操作全体をみると，富山等の方法ではアルカリ性で蒸留しているので，この場合には VRS が一部分解して留出するために他の方法より高い値を示すのではないかと疑いがもたれる。しかし除蛋白抽出液の pH を 2.0, 6.0, および 9.3 に調整してから蒸留してえた留出液を Amberlite IRA-400 あるいは IRC-50 で処理して，酸性，中性および塩基性区分に分画した結果は，Table 5 にみられるように，いずれの場合にも，また鮮度が異なつても，蒸留したものの中性区分の量には大差が認められなかつたので，以上の疑問は否定される。

Table 4. Amount of neutral and basic substances involved in VRS value determined by various methods.

Method	0.05N $KMnO_4$ cc.	VRS/25 cc. μe	%	0.05N $KMnO_4$ cc.	VRS/25 cc. μe	%
TOMIYAMA et al	0.81	16	100	1.32	26	100
STROHECKER et al	0.35	7	44	0.14	3	11
TOMIYASU et al	0.35	7	44	0.39	8	30

Table 5. Change with time of storage in neutral, acidic and basic VRS of distillates which are distilled at pH 2.0, 6.0 and 9.3, respectively.

pH at steam distillation	fraction of VRS	VRS, μe/g., of mackerel flesh stored at 6.3~9.7°C. 0 day	1 day	2 days§	3 days††	4 days
2.0*	N	2.6	0	2.6	54	131
	A	7.0	9.4	8.4	8.0	18
6.0**	N	0.4	9.8	4.8	46	114
	A	12	0	3.4	0	12
	B	0	1.4	8.0	11	12
9.3†	N	0.4	8.4	11	53	126
	B	10	5.8	35	52	55

* The distillate was passed through Amberlite IRA-400, the adsorbed acidic substances (A) being eluted with 1N H_2SO_4.

** The distillate was passed through Amberlite IRC-50, the effluent being passed through Amberlite IRA-400. Using 1N H_2SO_4 the basic fraction (B) was eluted from IRC-50 and the acidic fraction (A) from IRA-400.

† The distillate was fractionated with Amberlite IRC-50.

§ Rancid odor. †† Slightly putrid odor.

以上の結果から判断すると，蒸留した VRS の定量は富山等の方法のようにアルカリ性過マンガン酸カリ液で酸化すべきであり，また中性の VRS だけでなく塩基性 VRS をも定量して VRS の定量誤差を小さくするためには試料抽出液をアルカリ性として水蒸気蒸留すべきである。

摘　　要

1. サバ肉抽出液の水蒸気蒸留液を Amberlite IRC-50 の H 型によつて中性物質と塩基性物質とに分画する場合には，蒸留液の pH を調整せずに樹脂層を流さねばならない。この分画には Dowex 50 の H 型

の方が適している。

2. STROHECKER 法の値は肉抽出液，中性物質および塩基性物質のいずれの場合にも富山等の方法値に比べて低い。

3. STROHECKER 法の富安氏等による変法値は塩基性物質では原法値よりも多少高いが，中性物質では原法値に近い。

4. トリメチルアミンを酸性の過マンガン酸カリ液で酸化した時の VRS 値はアルカリ性で酸化した場合の値よりも遙かに小さい。

文　　献

1) 富山哲夫・池浦一也・大山重信：本誌，　(1959).
2) 富山哲夫・池浦一也：本誌，**26**，33 (1959).
3) STROHECKER, R., VAUBEL, R., and KIRCHBERG, H.: *Z. anal. Chem.*, **110**, 1 (1937).
4) 富安行雄・豊水正道・高橋喜久雄：九州大学農学部学芸雑誌，**12**，391 (1952).

食品の鮮度測定法に関する研究—XV.

通気法による揮発性還元物質 (VRS) の改良定量法

富山哲夫・大山重信・藤野清也

日本水産学会誌
第二十六巻 第五号 別冊
昭和三十五年五月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 26, No. 5, May 1960.

食品の鮮度測定法に関する研究—XV.
通気法による揮発性還元物質 (VRS) の改良定量法

富山哲夫・大山重信・藤野清也

(1959 年 12 月 5 日受理)

STUDIES ON THE METHOD FOR TESTING THE SPOILAGE OF FOOD—XV.
AN IMPROVED AERATION METHOD FOR DETERMINATION OF VRS.

Tetsuo Tomiyama, Shigenobu Ōyama and Seiya Fujino*

The present study deals with the improvement of the Farber method[2] on employing deproteinized extract for the aeration in place of the pressed muscle juice and on aeration at pH 9.3 rather than unadjusted pH of sample tissue.

The VRS value of mackerel and albacore obtained by the present method amounts approximately one-half as much as that by the Tomiyama et al's steam distillation method[3]. This infers that VRS determined by the aeration method involves volatile substances possessing higher volatility.

It was found that the volatility of VRS varied with the freshness of sample flesh and that trimethylamine could hardly be removed at pH 7.0～7.7 whereas nearly one-half as much removed at pH 9.3. It was also noted that the Farber method was capable of determining rather a small fraction (29%) of the neutral substances as compared with the Tomiyama et al method.

Lang 氏等[1] および Farber 氏等[2] は獣魚肉およびその缶詰製品の VRS 含量を通気により定量する方法について報告している。この方法においては肉の圧搾汁を定量に用いている。缶詰の肉の場合にはこの試料の調製は容易であるが，生肉の場合には 10cc の圧搾汁を調製するのはきわめて困難である。また圧搾汁を用いるために，通気中における試料の発泡が甚だしく，したがつて特別の通気装置が必要となる。

他方，富山等[3),4)] は Farber 法で定量している VRS が主として中性物質であろうと推察したが，VRS の分子構造や分子の大きさで通気駆逐速度も異なるであろうし，また塩基性物質も多少は含まれるであろうから，VRS の各分画区を用いて室温における酸化速度および通気による駆逐速度を吟味した。

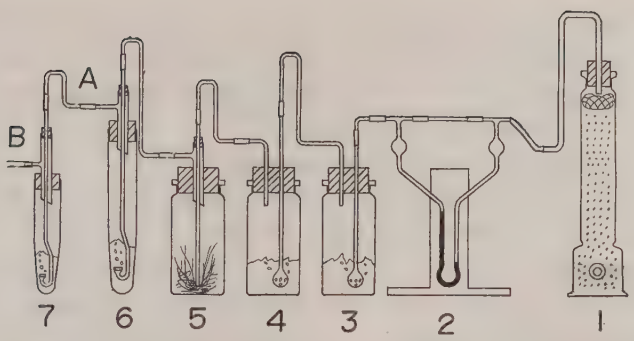
Farber 法には以上のような欠点あるいは検討を要する点があるので，本報ではこれらの欠点を除き，簡易な装置で定量する方法について研究し，その結果に基づいて一改良法を提出した。またこの改良法による VRS 値と富山等の蒸留法[3] による値との比較をも行つた。

定 量 方 法

1. 定量装置

Fig. 1 に示すような装置を用いる。図において，1 は粒状活性炭をつめたガス吸収塔 (研究室の空気が有機物で汚染されていなければ，これは不必要である)，2 はU字管に流動パラフィンをいれた流速計，3 および 4 は 10% H_2SO_4 に $KMnO_4$ を 10% にとかした溶液および 10% NaOH に $KMnO_4$ を 10% にとかした溶液をそれぞれいれた洗気瓶，5 は $KMnO_4$ の微小滴を捕集するための洗気瓶，6 はガラス散気管により試料抽出液 25cc を通気する容器，7 は 0.025N $KMnO_4$ (1N NaOH を含む) の 20cc を入れて，VRS を捕捉する容器である。

* 九州大学水産化学教室 (Lab. Fish. Cehm., Fac. Agr., Kyushu Univ.. Fukuoka).



1: Air cleaner with activated charcoal, 2: Flow meter, 3: Air washer containing 10% $KMnO_4$ in 10% H_2SO_4, 4: Air washer containing 10% $KMnO_4$ in 10% NaOH, 5: Mist holder with glass wool, 6: Aeration tube of sample extract, 7: Tube for oxidation of VRS with 0.025 N $KMnO_4$ in 1 N NaOH.

Fig. 1. Aeration set-up for VRS determination.

2. 試　薬

(1) 1 N NaOH を含む 0.025 N $KMnO_4$, (2) 0.2% Na_2CO_3 および 0.1% $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ を含む約 0.055 N $Na_2S_2O_3$, (3) 6 N H_2SO_4, (4) 20% KI, (5) 0.025 N KHI_2O_6, (6) 0.2% 可溶性澱粉液, (7) シリコン消泡剤（食品用 "東芝シリコン TS 982"), (8) 12% NaOH, (9) 除蛋白抽出剤[5]: 600 g の $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ と 20 cc の 6 N H_2SO_4 を水で 1 l とする。(10) 試料抽出液の稀釈剤: 除蛋白抽出剤の 7 部に水 3 部を混和する。

3. 定量方法

細砕した試料肉 10 g をブレンダーあるいは乳鉢に採り，これに 20 cc の水を加え混合，つぎに 70 cc の除蛋白剤を混和してから乾燥沪紙で沪過する。この沪液 25 cc を Fig. 1 に示した容器 6 にとり，12% NaOH の 2 cc および消泡剤の 1 cc を加える。別に容器 7 に 20 cc の 0.025 N $KMnO_4$ を入れる。Fig. 1 に示すようにそれぞれ連結した後にあらかじめ補正した流速計を見ながらピンチコックを調製して通気量を 1.3 l/min. に調節し，40 分間通気する。

通気が終れば，Fig. 1 の A の部分をはずし，つぎに B の部分をはずし，容器 7 のみをとりはずし，煮沸している水中に 10 分間保つ。加熱が終れば 3 cc の 20% KI を加え流水中で充分に冷却する。つぎに 6N H_2SO_4 5 cc を加えて沃度を遊離させ，直ちに精密に 10 cc の約 0.055 N $Na_2S_2O_3$ を加えて遊離した沃度を除去し，約 0.5 cc の澱粉液を指示薬として過剰に存在する $Na_2S_2O_3$ を 0.025 N KHI_2O_6 により青紫色が現われるまで滴定する。他方，試料の代りに除蛋白剤 7 と水 3 との混合液，すなわち稀釈剤の 25 cc を用いて上記の定量操作を行つて盲検値を求める。VRS 値は次式により計算する。

$$\text{VRS (microequivalent, } \mu\text{e}) = \frac{(T - Bl) \times 0.025 \times 1000}{S}$$

T = titer of 0.025 N KHI_2O_6 for VRS + Blank,

Bl = titer of 0.025 N KHI_2O_6 for blank,

S = weight of sample tissue in a 25-cc aliquot.

ただし，$T-Bl$ の値が 3 cc 以上であつた時は，試料抽出液を稀釈液で適当に稀釈した後，再び定量し，VRS 値を求める。

研究結果

1. サバの中性および塩基性 VRS の室温における酸化速度

サバ肉の除蛋白抽出液をアルカリ性で水蒸気蒸留し，留出液からAmberlite IRC-50により塩基性物質を除いてえた中性物質が 27°C において 0.02 N $KMnO_4$ により酸化される速度を検討した。その結果は Table 1

に示すように，酸化時間が 20 分から 180 分の範囲では 180 分の値に対し 40 分ではすでに 95% に達したが，煮沸水中で 10 分間加熱酸化した値に対しては 78% にしか達しなかつた。同様に塩基性 VRS を室温で酸化すると，120 分間酸化した値に対し 40 分間酸化した場合は 94% に達したが，煮沸水中で 10 分間加熱酸化した値に対しては 76% にしか過ぎなかつた。

2. サバの中性および塩基性 VRS を通気した場合の駆逐速度

サバ肉の中性物質溶液を pH 7.0 に調製した後，室温で 1.3*l*/min. の通気をした場合の中性物質の駆逐速度は Table 2 に示したように，160 分の値に対して 40 分では 57% に過ぎなかつた。また加熱酸化した時の値に対して 40 分通気のものは 29% にしか達しなかつた。これに対して塩基性物質を pH 6.8～6.9 で通気したところ，40 分通気した時の値は 120 分通気の値の 94% を示したが，加熱酸化した時の値の 18% にしか過ぎなかつた。

Table 1. Rate of oxidation of neutral and basic VRS with an alkaline 0.02 N $KMnO_4$ at 27°C.

Time of standing (min.)	Neutral VRS: titer of 0.025 N KHI_2O_6 (cc)	Neutral VRS: % of VRS by heat-oxidation*	Basic VRS: titer of 0.025 N KHI_2O_6 (cc)	Basic VRS: % of VRS by heat-oxidation**
20	1.17	70	0.97	66
40	1.29	78	1.12	76
80	1.30	78	1.14	78
120	1.31	79	1.19	81
180	1.36	82		

* Titer for VRS obtained by a 10-min. oxidation in boiling water bath was 1.66 cc.

** Titer for VRS obtained by a 10-min. oxidation in boiling water bath was 1.47 cc.

Table 2. Rate of removal of neutral and basic VRS at pH 6.9～7.1* with a rate of aeration of 1.3*l*/min.

Time of aeration (min.)	Neutral VRS: titer§ of 0.025 N KHI_2O_6 (cc)	Neutral VRS: % of VRS† by heat-oxidation	Basic VRS: titer§§ of 0.025 N KHI_2O_6 (cc)	Basic VRS: % of VRS†† by heat-oxidation
20	0.45	16	0.98	13
40	0.82	29	1.33	18
80	1.29	45	1.39	18
120	1.40	49	1.41	19
160	1.44	50		

* pH value was kept invariable during the aeration by adding 1 cc of 1 M phosphate buffer of pH 6.82 to 25-cc aliquot.

§ determined on a 10-cc aliquot of the neutral fraction.

† VRS by a 10-min. heating in boiling water bath was 1.14 cc per 4 cc of sample.

§§ determined on a 10-cc aliquot containing 4 cc of the basic fraction.

†† VRS by a 10-min. heating in boiling water bath was 1.51 cc per 0.8 cc of the basic fraction.

他方，サバ肉の塩基性物質および中性物質の溶液にその 2 倍容の除蛋白用 $MgSO_4$ 液を混和したものを試料とし，消泡剤および NaOH 液を添加した後 1.3*l*/min. の通気で VRS を駆逐したところ，富山法値に対し中性物質では 41%，塩基性物質では 48% が回収された。すなわち $MgSO_4$ を含み，しかもアルカリ性で通気した場合の方が $MgSO_4$ を含まず中性で通気した場合よりも回収率が高いといえる。

3. 除蛋白抽出液を中性あるいはアルカリ性で通気した場合の駆逐率

鮮度の異なるビンチョウマグロの肉の除蛋白汁液を NaOH で pH 6.5～7.0 に調整したものを試料とし，

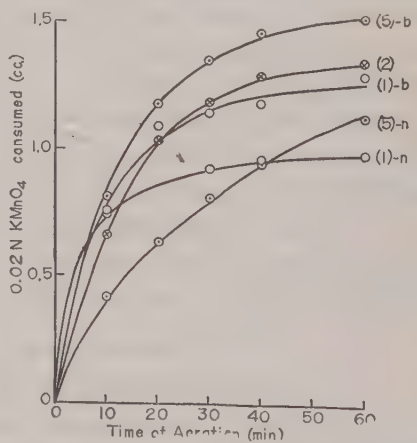


Fig. 2. Rate of removal of VRS with aeration of albacore flesh extract at basic and neutral reactions.

Samples (1) and (2) are fresh flesh and sample (5) unpassable flesh. (1): Original extract without dilution, (2): two times diluted, (5): five times diluted, suffix *n*: neutral reaction, and suffix *b*: basic reaction.

Table 3. Rate of oxidation of TMA* with an alkaline 0.02N $KMnO_4$ at 26°C and rate of removal of TMN by aeration.

Time of standing (min.)	TJiter† cc	%§	Time of aeration (min.)	pH 7.0†† titer† cc	%§	pH 7.7†† titer† cc	%§	pH 9.3** titer† cc	%§
20	1.30	64	20	0.02	1	0.10	5	0.73	36
40	1.52	75	40	0.04	2	0.18	9	0.93	46
80	1.66	82	60	0.07	3	0.29	14	1.11	55
120	1.72	85						1.14	56

* a 0.3-cc aliquot of trimethylamine HCl solution containing 1.2mg/cc was added to a 0.02N $KMnO_4$ solution.
† titer of 0.025N KHI_2O_6.
§ expressed as per cent of value obtained by a 5-min. boil-oxidation (2.03cc).
†† pH change after an 80-min. aeration was as small as 0.07 to 0.12.
** pH value was decreased 0.72 as much after the aeration.

通気による駆逐速度を調べた。その結果は Fig. 2 にみられるように比較的鮮度低下の少ない肉の VRS は早く揮発するが，鮮度低下の進んだものの VRS には揮発性の小さいものを含むことが推察される。

しかし同一試料に NaOH を加えて pH 9.3 としてから通気すると，鮮度差による VRS の揮発性の差は比較的に小さいようである。もつとも pH 9.3 の場合には前項で検討したように塩基性 VRS も含まれているので，必ずしもこの見かけの値から中性 VRS の揮発性が中性とアルカリ性とで異なるとは結論できない。

4. トリメチルアミンの室温における酸化速度および通気による駆逐速度

塩基性物質の代表としてトリメチルアミン（TMA と略記）を用いて室温における酸化速度を測定した結果は，Table 3 にみられるように 120 分放置の値に対して 40 分放置の値は 88% であつたが，加熱酸化した値に対しては 40 分の値は 75% に相当している。つぎに種々の pH において 1.3*l*/min. の通気 40 分による駆逐速度は，加熱酸化値に対して pH 9.3 の場合 46% であつたが，pH 7.7 の場合 9%，pH 7.0 の場合 2% にしか過ぎなかつた。すなわち抽出液の pH が中性附近であれば，室温では TMA の通気駆逐はほとんど行われないといえる。

5. 通気法と蒸留法との比較

南印度洋で漁獲し，種々の鮮度保持試験に用いたビンチョウマグロの肉を定量法の項に示すような方法で除蛋白し，沪液について富山等の蒸留法および本改良通気法によりそれぞれ VRS 値を求めた。それらの結果は Table 4 に示すように，一例を除いては本通気法でえられた VRS 値は蒸留法値の平均 49%，95%

Table 4. Comparison between the present method and the steam distillation method (TOMIYAMA et al[3]).

Sample flesh of albacore		Aeration method (1) μe/g	Distillation method (2) μe/g	(1)/(2) ×100
104*	A[1]	12.9	24.8	52
	C[3]	5.7	10.8	53
	D[4]	16.6	29.8	56
	E[5]	16.5	17.2	96
	F[6]	43.2	93.5	46
154†	A	11.9	21.0	57
	B[2]	7.5	14.3	52
	C	6.1	11.6	53
	E	13.0	28.3	46
	F	56.0	111	50
	G[7]	7.0	16.2	43
304§	A	12.0	21.2	57
	B	5.9	15.5	38
	D	15.7	31.9	49
	E	15.3	35.0	44
	F	41.6	94.5	44
	G	5.7	11.8	48
				49.3 ± 5.5**

* Eviscerated fish dipped in 10-ppm CTC-sea water and CTC-iced for 40 days.
† Eviscerated fish dipped in 40-ppm CTC-sea water and CTC-iced for 40 days.
§ Round fish stored in iced CTC-sea water for 28 days.
[1]A: dorsal part, 0～10mm from the skin.
[2]B: dorsal part, 10～20mm from the skin.
[3]C: center portion of the dorsal mascle.
[4]D: belly part, 0～10mm from the skin.
[5]E: inner part of visceral cavity, 0～20mm from the cavity.
[6]F: dark muscle.
[7]G: muscle near vertebral bone.
** standard deviation and average were calculated in rejecting an extreme value, 96,

信頼限界は ±2.9 であつた。

考　　察

LANG 氏等[1] は食品の VRS を通気法で定量しようと試み，通気量，温度等の条件を吟味した結果，一つの通気定量法を 1944 年に提出した。1948 年より 1956 年にかけて FARBER 氏等[2] は実験室の空気中の還元物質によつて盲検値が高くなると考えて装置を密閉式としてポンプで通気するように改変し，また残存する $KMnO_4$ をヨードメトリーで定量するように改良した。FARBER 氏等の方法は圧搾汁を用いるために通気中に発泡が甚だしく，通気容器も大きくならざるをえない。また一つの装置には一つのポンプを必要とするので，多数の定量には数台の高価な装置を必要とする。さらに大きな欠点は通気駆逐する化合物の性質が未知であり，肉の鮮度低下中に生ずる VRS の揮発性についてさえ検討されていないことである。VRS が肉類の鮮度を示すよい指標であるに関わらず FARBER 法が普及していないのは以上のような不備によると考えられる。

本研究においては，まず装置について検討したところ，最も簡単な通気装置 (Fig. 1) が実際に使用でき，二，三の予備試験で FARBER 氏の装置を用いた場合と VRS 値に差のないことを知つた。したがつてこれを用いて中性および塩基性 VRS の駆逐速度を検討したところ，(1) $MgSO_4$ を含む除蛋白液からの駆逐率は水溶液からのものより大きいこと，(2) 鮮度を異にする肉の中性 VRS は異なる揮発性をもつこと，(3) pH 9.3 で通気して塩基性物質をもともに定量する方が大きい VRS 値を与えるので定量の誤差を小さくできることなどを明らかにした。なお FARBER 法では主として中性物質を定量していることも分つた (Table 2 および 。(3 また室温で通気後，直ちに $KMnO_4$ の残量を定量することは，VRS との反応が完結していない懸念があるので，加熱酸化法を採用すべきことを注意した。

以上のような研究結果を基礎として一改良通気法を定め，本法による値と水蒸気蒸留法[3] とを比較した。前者の VRS 値は後者のものの平均 49% であつたことは，水蒸気蒸留法による VRS には揮発性の低いものがあることを示唆している。定量能率の点から両者を比較すると，いずれも一人で 1 時間に 6～7 定量ができる点では大差がないといえる。

生肉を試料とする場合には圧搾汁がえられ難いので，本法と FARBER 法との比較はできなかつたが，缶詰肉を用いて両方法の比較を目下実施中である。

総　　括

1. VRS の通気定量法を改良し，供試肉の $MgSO_4$ による除蛋白液を用い，これをアルカリ性として 40 分間通気し，残存過マンガン酸カリをヨードメトリーで定量するようにした。

2. FARBER 法の通気条件では，サバの中性 VRS および塩基性 VRS は煮沸酸化値のそれぞれ 29% および 18% であつた。しかし $MgSO_4$ の存在で pH 9.3 で 40 分間通気すると，それぞれ 41% および 48% 回収された。

3. マグロ肉の除蛋白抽出液を中性で通気すると，原料肉の鮮度によつて中性 VRS の駆逐率に差が認められた。

4. TMA の通気駆逐率は pH 7.0～7.7 では 2～9% に過ぎなかつたが，pH 9.3 では 46% であつた。

5. マグロ肉の VRS を本通気法で定量した値は富山等の蒸留法値の約 1/2 に相当した。

文　　献

1) LANG, O. W., FARBER, L., BECK, C. and E. YERMAN: *Ind. Eng. Chem.*, Anal. Ed., **16**, 490 (1944).
2) FARBER, L.: *Food Technol.*, **3**, 300 (1948). *ibid.*, **6**, 319 (1952). FARBER, L. and FERRO, M.: *ibid.*, **10**, 303 (1956).
3) 富山哲夫・池浦一也・大山重信: 本誌, **26**, 33 (1960).
4) 富山哲夫・池浦一也: 本誌, **26**, 128 (1960).
5) TOMIYAMA, T., ANTONIO DA COSTA, and J. A. STERN: *Food Technol.*, **10**, 614 (1956).

クロルテトラサイクリンの化学的定量法—II.
新螢光定量法の簡易化および他の定量法との比較*

富山哲夫・米 康夫・北原慶子

(1959 年 8 月 17 日受理)

CHEMICAL METHOD FOR DETERMINATION OF CHLORTETRACYCLINE—II. A PRACTICAL FIELD ASSAY METHOD

Tetsuo Tomiyama, Yasuo Yone, and Keiko Kitahara**

The present paper deals with development of a practical fluorometric method for the determination of chlortetracycline (CTC) and with the reliability of the fluorometric method for CTC assay in ice as compared with several chemical and microbiologic assay methods.

Two field fluorometric procedures have been developed in which the visual comparison of the fluorescence of a sample with that of a standard is made by using flat-bottom test tubes, on one hand, and a portable nephelo-colorimeter, on the other, viz., (1) by the use of test tubes: place 10-cc aliquots of supernatent of a thawed sample ice and the standard CTC solution series in a series of the flat-bottom test tubes of 27 mm. in diameter, and then add to each test tube 1 cc. of the alum reagent; after a 5- to 10-minute standing, estimate the CTC concentration of the sample by comparing from top of the tubes the intensity of fluorescence of the sample with each of the standard series while being side-irradiated with a long wave ultra-violet ray lamp, (2) by the use of the portable nephelo-colorimeter: add 1-cc. aliquot of the alum reagent to 10-cc. aliquot of supernatent of a thawed sample ice and a standard CTC solution (4 or 2 mcg./cc. depending on CTC content of the sample); after allowing it to stand for 10 minutes, place the sample in one of the comparison tube, a, and the standard in the other tube, b; set the bottom of an inner tube for the tube, b, at a depth of 30 mm. and by adjusting the other inner tube find the reading, h, on the tube, a, which will give fluorescence intensity comparable to that of the standard, both tubes being equally irradiated with the long wave ultra-violet lamp; the content of CTC (mcg./cc.) can be calculated by a formula, $S \times 30/h$, where, S, the CTC concentration of the standard solution employed.

The feasibility of the fluorometric method for CTC-estimate in ice has been clearly shown by data that, while the fluorometric method gave a comparable value to that obtained by the microbiologic method, higher values were always resulted when assayed by a modified acid colorimetric[8], the Upham et al's[7] and the Sakaguchi et al's method[9], but lower values by the Japan FDA method[6].

緒 言

現在，以西底引漁獲物の鮮度保持にクロルテトラサイクリン（以下 CTC と略記）を含む氷が広く使用されている。氷中の CTC を製氷後，貯氷中あるいは帰港後に野外で定量する必要性が，食品衛生の立場からだけではなく水産業者の立場からも要望されている。本研究の目的は著者等が第 1 報[1]に報告した CTC のアルミニウムキレートが発する螢光により定量する方法が前記の要望に答え得るか否かを決定するにある。

まず CTC 氷中の CTC の螢光による定量値が微生物検定法[2,3]による値と比較的よく一致することを確

* 本研究の大要は 1958 年 4 月 日本水産学会年会（東京）で発表した。

** 九州大学水産化学教室 (Fish. Chem. Lab., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan.).

かめたので，さらにこの方法の簡易化を試みた。その結果，試験管による比色法および携帯用比色比濁計を用いる比色法を案出した。

他方，CTC の化学的定量法としては数種の方法が発表されている。それ故にこれらの方法，すなわち塩化第二鉄による比色法[4]，iso-CTC の螢光による定量法[5,6]，紫外部吸光法[7]，酸比色法[8] および CTC のトリウム・キレート化合物の吸光度による方法[9]を用いて CTC 氷中の CTC を定量した値と本法値との比較検討を行なつた。その結果をみると，新螢光定量法は現在までに提出された化学的定量法の内では最も信頼しうる方法であるといえる。

定　量　法

1. 試薬および試料の調製

a. 試薬 1% カリ明礬液：1g のカリ明礬 $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ を pH 4.6 の M/2 酢酸緩衝液 100cc にとかす。詳細は第1報[1] を参照されたい。

b. CTC の標準原液：1mg/2cc が適当である。詳細は第1報[1] を参照されたい。

c. 試料の調製：供試氷 300g をビーカーあるいはポリエチレンの袋に入れ，流水中で融解し，融解後直ちに融解水 50cc に 2cc の M/50 クエン酸緩衝液 (pH 5.2) を加えておき，しばらく静置し上澄液を定量に供する。

2. 定量装置

簡易定量には紫外灯を，精密定量には Beckman spectrophotometer を必要とする。

a. 紫外灯：本研究には Ultra-violet products Inc. (San Gabriel, Calif., U. S. A.) 製の商品名 Blak-ray lamp を使用したが，最近国産品が発売されている。この種の lamp には 254mμ 附近の輝線により励起されて，330～400mμ の強い螢光を発する円筒フィルターがつけてある。したがつてこの波長範囲の光によつて生ずる螢光の肉眼的比較に用いることができる。また小型で携帯に便利であるから野外での測定に適している。

b. 携帯用比色比濁計：この装置はすでに富山[10] が報告したものであつて，本定量の場合は比濁法の場合[11]と同様に，内管の側面からの光を遮断するために，内管の内部に黒色ラシャ紙でつくつた円筒を挿入して用いた。

c. 分光光度計：本研究では日立製作所製分光光度計 EPU-2 型を使用し，10mm の螢光測定用キュベットを用いた。

3. 定量操作

a. 試験管による比色法：まず 1cc の CTC 標準原液を蒸溜水で稀釈して 100cc に定容し，5mcg/cc の液をつくる。これを平底の同径同質（約 27mm）の硝子管に 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 および 10cc とり，いずれも蒸溜水で 10cc とする。また 10cc の試水および蒸溜水をそれぞれ同様な硝子管にとり，それらに 1cc の 1% カリ明礬試薬を加える。よく攪拌し，5分経過以後に再び攪拌し，白紙上におき，暗室あるいは暗箱で紫外線を側面より照射し，上方よりその螢光の強さをみて，同程度の螢光を示す標準液を求め，試水の CTC 濃度を定める。

b. 携帯用比色比濁計を用いる比色法：CTC 標準原液を蒸溜水で稀釈し，4 および 2mcg/cc の CTC 濃度とする。標準液 10cc および試水 10cc にそれぞれ 1% カリ明礬試薬 1cc を混和し，10 分後にそれぞれ比色計の外管に入れる。つぎに右側の標準液の方の内管を目盛 30 にあわせる。側面から紫外線を均一に照射しつつ右側の内管を上下して，左側の標準液と同一の明るさを示すときの液層 h を求め，次式によつて濃度を算出する。

$$\text{CTC (mcg/cc)} = S \times \frac{30}{h}$$

ただし，　S：使用した標準液の CTC 濃度 (mcg/cc)

c. 日立製分光光度計を用いる定量法：定量操作は第1報[1] に記載した通りである。

実験結果および考察

1. 携帯用比色比濁計を用いる比色法の精密度

第1報[1]にしるした基礎実験の結果に基いて案出した試験管による方法は，試水の螢光と同程度の螢光を示す標準液を求めて，試水の CTC 濃度を定めるので，特別に検討すべき測定条件はない。

しかし携帯用比色比濁計を用いる方法では，標準液の CTC 濃度，液高と定量値の精密度との関係を明らかにしておく必要がある。現在許可されている氷の CTC 濃度は 5ppm 以下である。携帯用比色比濁計を用いる比色法で定量する場合，標準液として 4 および 2mcg/cc の CTC 濃度を採用すれば，0～6ppm の範囲の CTC を測定できるだろう。したがつて 4 および 2mcg/cc の標準液の液高をそれぞれ 50, 30 および 20 におき，蒸溜水に溶解した 5, 4.5, 4, 3.5, 3, 2.5, 2, 1.5, 1, および 0.5 mcg/cc の CTC 液を測定して，各標準液で測定しうる範囲および定量の精密度について検討した。5回の測定値の平均および平均標準誤差は Table 1 に示す通りである。これらの結果からみると，標準液の液高を 30 にすれば，4 mcg/cc

Table 1. Accuracy of field method for CTC determination.

Standard / Reading / Sample mcg/cc	4 mcg/cc			2 mcg/cc		
	set at reading			set at reading		
	50	30	20	50	30	20
5.0	4.7 ± 0.07*	5.3 ± 0.14	5.1 ± 0.20			
4.5	4.3 ± 0.05	4.7 ± 0.06	4.4 ± 0.09			
4.0				4.2 ± 0.08	4.0 ± 0.13	
3.5	3.8 ± 0.06	3.7 ± 0.09	3.9 ± 0.05	3.5 ± 0.06	3.1 ± 0.11	
3.0	3.5 ± 0.03	3.1 ± 0.04	3.1 ± 0.04	3.4 ± 0.10	3.0 ± 0.10	
2.5		2.8 ± 0.06		2.5 ± 0.02	2.3 ± 0.08	
2.0	2.3 ± 0.02	2.3 ± 0.06	2.2 ± 0.04			
1.5				1.5 ± 0.05	1.6 ± 0.03	
1.0					1.1 ± 0.03	1.1 ± 0.01
0.5					0.7 ± 0.02	0.7 ± 0.01

All the readings given in the table are average of five readings.
* Standard error of the mean.

の標準液では 5mcg/cc から 3mcg/cc の間を，また 2mcg/cc の標準液では 3mcg/cc から 0.5mcg/cc までを相当精度高く測定できることがわかる。

2. 本法および他の定量法による氷中の CTC 定量値の比較

現在使用されている CTC 氷には CTC の外にカーボキシメチル繊維素，酸性亜硫酸ソーダおよび食塩が含まれているので蒸溜水や水道水にとかした CTC の定量がうまくできる方法であつても，この種の氷の場合によい方法とは断定できない。因つて新螢光定量法の外に数種の方法で同一の供試氷中の CTC を定量して比較を試みた。なお供試氷には製氷後貯蔵期間の短いもの，船上における氷蔵に使用した後陸揚げ時に採取したものなどが含まれている。

まず分光光度計を用いる新螢光定量法および cylinder plate assay 法[3]で同一供試氷中の CTC を定量した結果を Fig. 1 に示した。新螢光定量法による値の大半は微生物検定値に近似しており，本法は氷中の CTC 定量に適した定量法であるといえる。Table 2 に示した pad-plate 法[2]，分光光度計を用いた

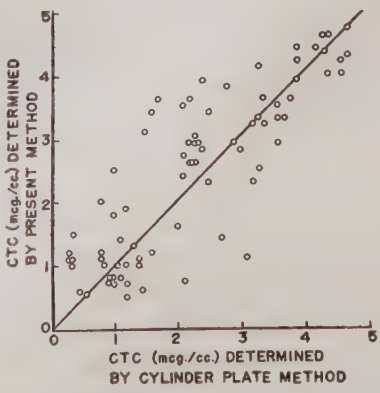


Fig. 1. Comparison between values for CTC in ice determined by the present method and cylinder plate microbiologic method. The ice originally contains CTC (5 ppm), carboxymethylcellulose (15.2 ppm), $NaHSO_3$ (1.9 ppm), and NaCl (77.9 ppm).

Table 2. Comparison of analytical data for CTC in ice assayed by various methods. The ice possesses the same composition as given in Fig. 1.

Pad plate microbiologic method	The present method		Acid colorimetric method	
	mcg/cc	% dev. from bioassay	mcg/cc	% dev. from bioassay
3.8	3.3	−13	4.1	+ 8
2.8	3.8	+36	4.6	+ 64
3.0	2.8	− 7	3.6	+ 20
3.9	4.2	+ 8	5.1	+ 31
3.8	3.6	− 5	4.1	+ 8
3.2	2.3	−28	3.3	+ 3
4.1	3.9	− 5	5.1	+ 24
2.5	1.7	−32	3.5	+ 40
2.1	1.9	−10	5.7	+171
1.6	1.5	− 6	3.4	+113
2.1	1.5	−29	3.5	+ 67
1.5	1.4	− 7	3.1	+107
2.3	1.5	−35	3.0	+ 30

Table 3. A comparison between values for CTC in ice determined by the present method, the SAKAGUCHI et al's method, the UPHAM et al's method and the pad plate microbiologic method. The ice possesses the same composition as given in Fig. 1.

Microbiologic method	The present method	SAKAGUCHI et al's method		UPHAM et al's method
		before filtration	after filtration	
mcg/cc	mcg/cc	mcg/cc	mcg/cc	mcg/cc
2.6	1.4	4.4	3.3	
2.0	1.6	4.2	3.7	
1.4	1.1	5.0	3.2	
1.6	1.2	2.7	2.0	
3.3	2.5	5.1		
2.9				5.4
3.4				5.8
3.5				5.8
2.6				4.3
3.1				5.7

本法および酸比色法による値を比較してみると，この場合，本法による値は微生物検定値に近似し，最大偏差 36%，平均偏差 17%であつたが，酸比色法値は微生物検定法値よりも常に高く，最大偏差 171%，平均偏差 53%であつた。なお酸比色法ではこの成分組成をもつ氷の場合は過大な値を示したが，他の成分組成の CTC 氷では微生物検定値と近似した値を示した。このことについての詳細は次報で報告する。つぎに融解水を 0.05N HCl 液として 370mμ の吸光度を測定し，CTC 量に換算する UPHAM 氏等の研究による定量値[7] を微生物検定値[2] と比較した結果を Table 3 に示した。UPHAM 氏等の方法による値は微生物検定値より極めて高い値を示したが，おそらくは微細な浮遊物質が吸光度に影響したためであろう。坂口氏等のトリウム法による値を本法値と比較すると，前者は微生物検定値よりも常にはるかに高い値を示した (Table 4)。なお坂口氏等の方法ではトリウム試薬の添加後に沪過してから定量すると，沪過前の値に比べてかなり低くなるが，微生物検定値よりもまだかなり高い値を示した。坂口氏等の方法ではキレートの吸光度を測定しているので，微細な浮遊物の存在は見かけの値を高くするのが当然であり，沪過により値が低下したのもこのような理由であろう。他方，分光光度計を用いた本法値と試験管による簡易定量値とを厚生省が指示した定量法の値と比較した。Table 5 から，わかるように分光光度計を用いた値および簡易定量値は微生物検定値[3] に近似していたが，厚生省の公定法ではしばしばきわめて低い値を示した。これは市水に溶解した CTC は厚生省の方法では完全に iso-CTC に変化しないことを意味している。また公定法による iso-CTC の螢光は紫外線照射下できわめて不安定であるから，定量が困難な欠点をもつている。

Table 4. A comparison between values for CTC in ice determined by the present method, Japan FDA method and cylinder plate microbiologic method. The ice possesses the same composition as given in Fig. 1.

Microbiologic method	The present fluorometric method			Japan FDA method
	Spectrophotometric method	Field method Average of 4 pannels	Mean dev. of 4 pannels	
4.4	4.6	3.9	0.2	2.7
4.6	4.2	4.2	0.3	4.4
4.0	4.0	5.1	0.1	4.0
4.6	4.0	3.8	0.2	4.1
3.3	4.1	3.4	0.2	1.8
1.0	2.5	2.6	0.2	1.8
0.8	2.0	1.5	0.2	1.3
1.0	1.8	1.6	0.1	0.5
1.4	1.0	1.3	0.1	1.1
4.7	4.3	4.0	0.2	2.3
4.7	4.7	4.4	0.3	2.3
4.3	4.6	4.7	0.4	2.4
3.9	4.4	4.3	0.3	2.3
2.2	3.6	2.9	0.1	3.5
2.5	3.4	3.5	0.1	2.5

以上の結果からここに氷中の CTC の定量に適用した化学的定量法の内では本法が最も信頼できるといえる。

総　　括

新螢光定量法を現場で実施できるように簡易化し，この方法によつて氷中の CTC を定量したところ満足すべき結果がえられた。結果を要約するとつぎの通りである。

1. 携帯用比色比濁計を用いる簡易定量法では，標準液の CTC 濃度は 4 および 2 mcg/cc でよい。標準液の液高をそれぞれ 30 とした場合，4 mcg/cc の標準液では 5 mcg/cc から 3 mcg/cc までを，また 2 mcg/cc の標準液では 3 mcg/cc から 0.5 mcg/cc までの CTC を相当精度高く定量できる。

2. 本法，微生物検定法，坂口等のトリウム法，酸比色法，紫外部吸光法および厚生省指示の iso-CTC による螢光法によつて氷中の CTC を定量すると，本法値は微生物検定法値に近似したが，厚生省指示による値は多くの場合低い値を示し，また他の方法はいずれも微生物法値よりも著しく高い値を示した。

本研究は文部省科学研究費によつて遂行した。また実験には森　健児，豊田恭平および岩崎富生の各位の助力を受けた。ここに各方面の厚意と協力とに謝意を表する次第である。

文　　献

1) 富山哲夫・米　康夫・北原慶子：本誌，**25**，234 (1959).
2) 富山哲夫・津田　厚・米　康夫：本誌，**23**，660 (1958).
3) 富山哲夫・津田　厚・米　康夫：本誌，**24**，289 (1958).
富山哲夫・小林邦男・米　康夫：本誌，**24**，937 (1959).
4) Monastero, F., Means, J.A., Grenfell, T.C., and F.H. Hedger: *J. Am. Pharm. Assoc. Sci. Ed.*, **40**, 241 (1951).
5) Levine, J., Garlock, Jr. E. A., and Fischbach, H.: *J. Am. Pharm. Assoc.* (*Sci. Ed.*) **38**, 473 (1949). Grove, D.C., and W.A. Randall: *Assay method of antibiotics, A laboratory manual* (*Antibiotics monographs No. 2*) p. 56. Medical Encyclopedia Inc., New York, N. Y. (1955).
6) 厚生省公衆衛生局長：衛発第 314 号 (昭和 33 年 4 月)，氷および魚肉のクロルテトラサイクリンの定量試験について.
7) Upham, S.D., Stirn, F.E., Weidenheimer, J.F., Callahan, F.M., and L. Ritter: *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, seventh annual session*, Havana, Cuba, (November 1954).
8) 富山哲夫・米　康夫：1957 年 10 月 9 日函館における日本水産学会大会で講演した.
9) Sakaguchi, T., and K. Taguchi: *Pharm. Bull.* **3**, 166 (1955).
10) 富山哲夫・渡辺　実：農化，**14**，187 (1938).
11) 富山哲夫・細川栄三郎：本誌，**15**，577 (1950).

酸化魚油の抗菌作用に関する研究—Ⅰ～Ⅲ.

豊　水　正　道

日本水産学会誌
第二十六巻　第七号　別冊
昭和三十五年七月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 26, No. 7, July 1960

酸化魚油の抗菌作用に関する研究—I.
酸化イカ肝油 methyl ester から carbonyl の分別*

豊 水 正 道

(1960 年 4 月 4 日受理)

STUDIES ON ANTIMICROBIAL ACTION OF OXIDIZED FISH OIL –I.
FRACTIONATION OF CARBONYLS FROM THE OXIDIZED CALAMARY OIL METHYL ESTER

Masamichi Toyomizu**

It has been demonstrated by the author that carbonyls are responsible for antimicrobial action of the oxidized fish oil. This finding presented a problem for separating carbonyls from the oxidized oil. The author deviced a new method of extracting carbonyl with acetic acid, and compared it with the urea segregation method in respect to fractionation of carbonyls.

Antimicrobial carbonyls were fractionated into petroleum ether soluble fraction which does not form urea complex (Table 1, Fig. 1), and by the acetic acid extraction method they were extracted with 85% acetic acid from 5% oxidized calamary oil methyl ester solution of ligroin in a separatory funnel (Table 2, Fig. 2). The data illustrated in Table 1, 2 indicated that the enrichment of antimicrobial carbonyls by the acetic acid extraction was superior to that by the urea segregation method. It was confirmed that carbonyls forming polymer in the ligroin insoluble fraction had little antimicrobial activity, but carbonyls in the ligroin and 85% acetic acid soluble fraction showed the activity. As a result antimicrobial activity produced during oxidation of fish oil was found proportional not to total carbonyl value but to ligroin soluble carbonyl value (Table 3, Fig. 3).

自動酸化油および加熱油の毒性は hydroperoxide によるという説は多くの人から支持され，松尾[1]はこれに関する綜説を発表している。最近 Kaunitz 等[2]，Johnson 等[3]は酸化油を分子蒸溜して蒸溜残渣である重合物が毒性の本体であると主張し，また Crampton 等[4]，Common 等[5]は酸化油を尿素分別して付加物を形成しない区分に毒性物質が濃縮されるので環状構造をもつたものが毒性の本体であろうと述べている。著者[6]は酸化した不飽和脂肪酸 methyl ester の *Debaryomyces membranaefaciens* に対する増殖抑制作用は過酸化物価には関係なく，thiobarbituric acid と縮合して赤色に呈色する物質と密接な関係を有していることをすでに報告した。この thiobarbituric acid と呈色する物質は carbonyl といわれている。不飽和脂肪酸または不飽和油の酸化生成物である carbonyl は酸化機構の解明，酸敗油の悪臭生成および脱臭という問題に関連して研究されている。最近は gamma 線照射による食品の褐変化の原因として carbonyl 基と amino 基との縮合反応すなわち amino-carbonyl 反応が重要視されており，また魚油の油焼現象にも酸化生成物である carbonyl が関係しているという説が提唱され酸化物中の carbonyl の重要性はますます認識されてきた。酸化油中の carbonyl の分離には蒸気蒸溜法が用いられているが，著者[7]は Girard の P 試薬および $NaHSO_3$ 溶液を用いて carbonyl を分別したところ抗菌作用は carbonyl 区分のみに認められたが，この 2 方法によつては収量が悪かつた。Girard 法では酢酸々性 alcohol 中で加熱することがその原因であつた。また $NaHSO_3$ で分別する場合は α, β に二重結合のある carbonyl ではつぎに示すごとく

* 本研究の大要は 1959 年 4 月，日本水産学会春季大会東京で発表した。

** 九州大学農学部水産化学教室 (Fish. Chem. Lab., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

sulfon 化反応が起き，生成した sulfonate は酸で分解されない[8]。

$$\text{>C=CH-CHO} + 2\,NaHSO_3 \rightarrow \text{>C(SO}_3Na\text{)-CH}_2\text{-CH(OH)(SO}_3Na\text{)}$$

実際に $NaHSO_3$ で付加物を形成させた後，原油から分別し HCl または H_2SO_4 で付加物を分解しても，石油エーテル不溶性の非分解物が多量に残存した。すなわち上述の 2 方法は酸化不飽和脂肪酸の抗菌作用が carbonyl に基くことを証明するには良い方法であるが，carbonyl を分離・同定するには適当でないと考えられる。

著者[9]は先に抗菌性物質は尿素分別法によつては尿素と付加物を形成しない区分に濃縮されることを知つたので，尿素による carbonyl の分別状態を検討した。元来尿素分別法は直鎖飽和炭素化合物，不飽和化合物，側鎖化合物，環状化合物および重合体等を分別する方法であつて，本質的には carbonyl の分別法ではない。酸化油の抗菌作用と密接な関係のある thiobarbituric acid 価の測定には benzol にとかした酸化生成物 (carbonyl) を thiobarbituric acid の 50% 酢酸溶液中で縮合反応させるのであるから，carbonyl は benzol のような有機溶媒から酢酸へ移行する可能性があること，および尿素分別法で分別した抗菌性 carbonyl を予備実験的に分析したところ炭素数 10 前後の飽和並びに不飽和 aldehyde が主体であることがわかつたので，抗菌性 carbonyl を酢酸で抽出する新方法を考案し，これと尿素分別法とを比較・検討した。

実 験 の 部

不飽和脂肪酸 methyl ester: イカ肝油（ヨウソ価 182.83，ケン化価 181.63，酸価 1.90）をケン化・methyl 化した後減圧蒸溜して 180～239°C/2 mm で溜出する区分を集めた。ヨウソ価は 188.18，ケン化価は 172.77 であつた。

不飽和脂肪酸 methyl ester の酸化: 上記 methyl ester に M/100 になるように Cu-stearate を加えて 80°C で 1.5 時間酸素吹込み下で酸化した。

carbonyl 定量法: HENICK の方法[10]すなわち三塩化酢酸の存在の下で 2, 4-dinitrophenylhydrazone をつくり苛性加里で発色させて，430 および 460 mμ の吸光度を測定した。この値から CHIPAULT[11] の提唱した式によつて飽和 carbonyl 価および不飽和 carbonyl 価を millimoles/kilogram で表わして求めた。

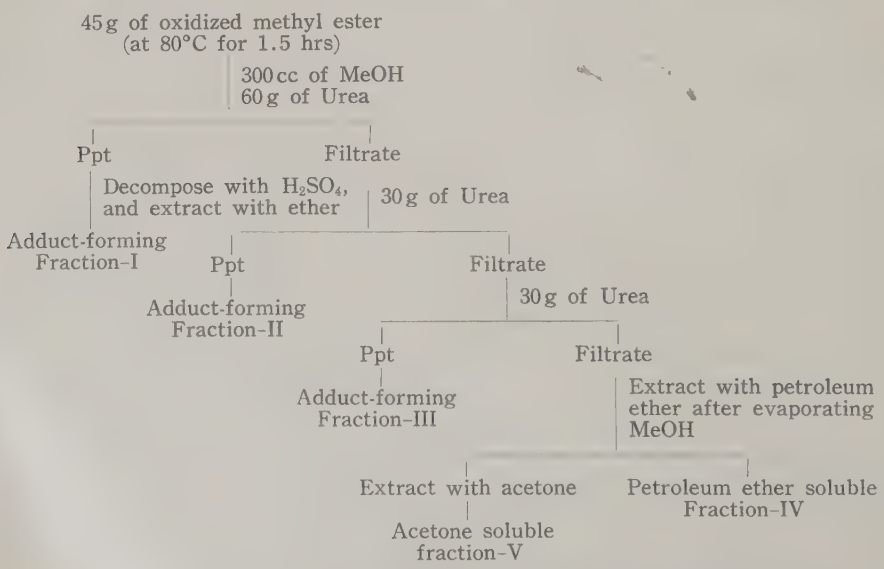


Fig. 1. Fractionation of carbonyls from the oxidized calamary oil methyl ester by the use of urea inclusion compounds.

I. 尿素による酸化不飽和脂肪酸 methyl ester 中の carbonyl の分別

著者が先に試みた酸化不飽和脂肪酸 methyl ester 中の抗菌性物質の尿素分別法[9] に準じて Fig. 1 に示したごとく分別を行なつた。すなわち 60g の尿素を 300cc の methanol に加温溶解した後 45g の酸化 methyl ester を添加し充分攪拌して溶解した後，冷却して沈澱する付加物を沪別し尿素飽和の methanol で洗滌した。沪液は洗滌液と合した後新たに 30g の尿素を加えて再び加温し尿素が溶解してから冷却・沪別・洗滌を行ない，最後に更に1回上記の操作を繰り返した。かくして得た付加物はそれぞれ稀硫酸で分解し，食塩を飽和した後 ether で抽出して尿素付加物形成区分 I～III を分別した。これ等の付加物を沪別した最後の沪液から石油 ether 可溶性付加物非形成区分 IV および acetone 可溶性付加物非形成区分 V を分離した。各区分の収量，carbonyl 価および抗菌作用力は Table 1 に示した。

Table 1. Carbonyl content and antimicrobial activityof the fractions obtained from the oxidized calamary oil methyl ester using urea inclusion compounds.

	Yield (g)	Carbonyl (mm/kg)		Antimicrobial activity	
		Sat.	Unsat.	Amount added in 10cc of medium (mg)	Growth
Original calamary oil methyl ester	—	0.6	0.4	100	##
Methyl ester+Cu-stearate	—	0	4.8	100	##
Oxidized methyl ester	45.0	61.8	146.3	20	−
Adduct-forming fraction-I	14.2	23.5	10.1	100	+
Adduct-forming fraction-II	10.0	25.5	21.7	100	+
Adduct-forming fraction-III	3.4	54.2	42.7	100	±
Non-adduct-forming and petroleum ether soluble fraction-IV	5.4	232.4	292.0	5	−
Non-adduct-forming and acetone soluble fraction -V	0.9	295.6	222.9	100	±

− no growth; ± doubtful growth; + slight growth; ## normal growth.

II. 酢酸による酸化不飽和脂肪酸 methyl ester 中の carbonyl の抽出

酸化 methyl ester から carbonyl を酢酸で抽出するには酸化 methyl ester の溶媒と酢酸の濃度とが主要な因子である。実際には相当高濃度の酢酸を用いなければならないから溶媒としては高濃度の酢酸とは混り難く，carbonyl に対しては溶解度の小さいものが望ましい。予備実験でこれ等の点を検討した結果，酢酸の濃度は 85% が最適であり，これ以上の高濃度では carbonyl 以外のものが多量に酢酸溶液に移行し，これ以下の濃度では carbonyl の収量が悪かつた。酸化 methyl ester の溶媒としては ligroin が最も良く，かつ試料を ligroin の 5% 溶液として 85% 酢酸で抽出するのが最良の条件であつた。すなわち Fig. 2 に示したように 45g の試料に 855cc の ligroin を添加し，ligroin 不溶の重合物を沪別した。その後毎回 100cc 宛の 85% 酢酸溶液で分液漏斗を用い4回抽出を行ない，得た 85% 酢酸抽出液にこれと等量宛の水および飽和食塩水を加え酢酸を稀釈してから ether で抽出して carbonyl を集めた。各区分の収量，carbonyl 価および抗菌作用力は Table 2 に示した。85% 酢酸可溶性区分は carbonyl 価が大であり，かつ抗

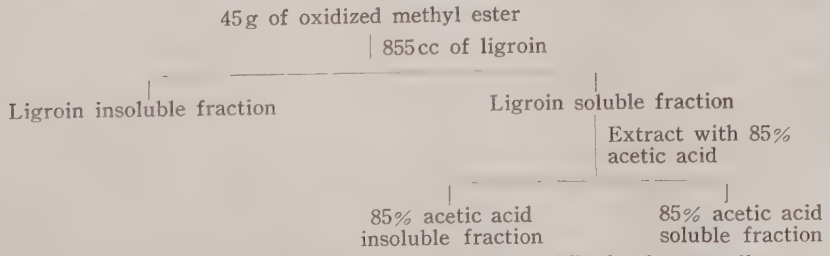


Fig. 2. Extraction of carbonyls from the oxidized calamary oil methyl ester with 85% acetic acid.

Table 2. Carbonyl content and antimicrobial activity of the fractions obtained from the oxidized calamary oil methyl ester by extraction with 85% acetic acid.

	Yield (g)	Carbonyl (mm/kg)		Antimicrobial activity	
		Sat.	Unsat.	Amount added in 10 cc of medium (mg)	Growth
Oxidized methyl ester	45.0	80.4	134.9	20	−
Ligroin insoluble fraction	1.3	76.9	807.5	100	±
Ligroin soluble fraction	41.8	65.7	95.8	20	−
85% acetic acid soluble fr.	1.8	329.0	714.4	3	−
85% acetic acid insoluble fr.	40.0	18.8	20.8	100	±

菌力も大であるが，ligroin 不溶性区分は carbonyl 価が大であるにもかかわらず抗菌作用をほとんど示さないので，85% 酢酸可溶性区分の carbonyl が抗菌作用をもつているか否かを調べた。すなわち 85% 酢酸可溶区分の carbonyl を 2,4-dinitrophenylhydrazone として分離し[12]，これを硫酸々性 ethanol 中で diacetyl と加熱して再生した carbonyl[13] の抗菌力を測定したところ 2,000 であり，85% 酢酸可溶性区分の carbonyl は抗菌性 carbonyl であつた。

考　　察

酢酸抽出法で分別した ligroin 不溶性の重合油は carbonyl 価が大であるが抗菌作用がほとんどない。これに対し 85% 酢酸可溶性区分は carbonyl 価が大であり，その carbonyl は抗菌力が大である。また抽出残渣の 85% 酢酸不溶性区分の carbonyl 価はきわめて小であり，抗菌力は微弱である。これ等から酸化 methyl ester 中の抗菌性 carbonyl は 85% 酢酸溶液でよく分別されたとみなしてよいと思われる。

尿素分別法によつては Table 1 で明らかなごとく carbonyl は各区分に存在し，付加物形成区分の carbonyl 価は低くしかも不飽和 carbonyl の含有率が低いのが特徴であり，この区分は抗菌作用をほとんど示さなかつた。石油 ether 可溶性の付加物非形成区分は carbonyl 価が大であり，抗菌作用も大であるが，85% 酢酸可溶区分の carbonyl 含量および抗菌力と比較すると劣つている。すなわち抗菌性 carbonyl を分別するには酢酸抽出法が尿素分別法よりもまさつている。

前述したように酢酸抽出法の ligroin 不溶性区分および尿素分別法の acetone 可溶性付加物非形成区分の重合油は carbonyl 価が大であるにもかかわらず抗菌作用が無いことについて考察する。著者[6]は先に全 carbonyl 価と抗菌作用力とは酸化初期においては比例するが 5 時間以上酸化を継続すると抗菌作用の減退にかかわらず全 carbonyl 価は増加することを報告した。本研究の結果とこの現象とを考え合わせて吟味すると，酸化がある程度以上進行すると特に高温度においては重合反応が進み，この重合物は carbonyl 基をもつているが抗菌作用がないので carbonyl 価の増大，抗菌力の減少という現象は carbonyl の生産よりも重合反応が盛んである時に起り得るのである。よつて ligroin で重合油を除去した酸化 methyl ester の carbonyl 価と抗菌力とは互に比例するのではないかと考えられる。イカ肝油 methyl ester に M/100 になるように Cu-stearate を添加し乾燥酸素を吹込んで 80°C, 90°C および 100°C で酸化して一定時間毎に全 carbonyl 価，と 5% になるように ligroin を添加し ligroin 可溶性区分の carbonyl 価および抗菌力を測定し Table 3, Fig. 3 に示した。methyl ester では酸化中に分子間の反応が起りやすいので酸化温度の差異により抗菌力が非常に異

Table 3. Antimicrobial activity of the oxidized calamary oil methyl ester after specified time and at different temperature.

Temp. (°C) \ Time (hr.)	1.5	3	5	7
80	25	20	25	50
90	25	20	25	50
100	25	20	25	50

Antimicrobial activity is represented by minimum amount (mg) in 10 cc of medium necessary for no growth.

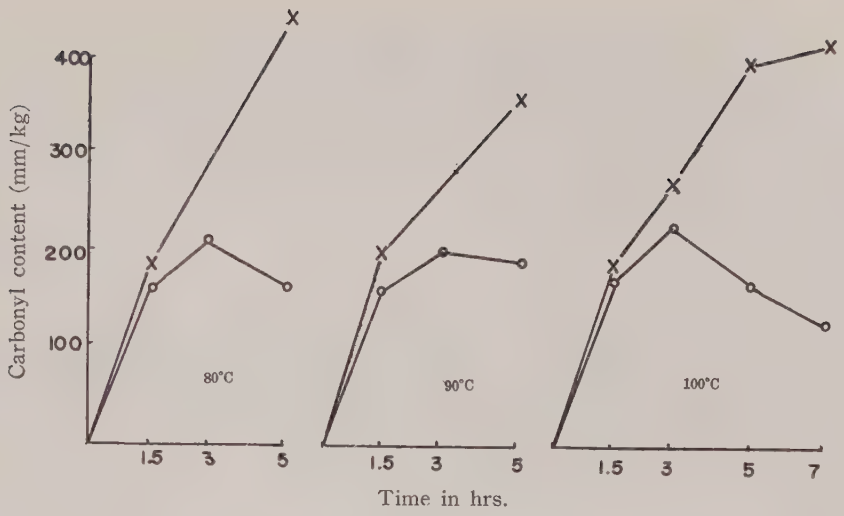


Fig. 3. Carbonyl content of the oxidized calamary oil methyl ester after specified time and at different temperature.
×——× total carbonyl; ○——○ ligroin soluble carbonyl

なるかと予測したが，実際には 80°～100°C では酸化温度の差異による影響は大でなく，ligroin 可溶性区分の carbonyl 価の時間的変化はほぼ同じで何れの温度においても抗菌力と比例している。

要　　約

1. 酸化油中の抗菌性 carbonyl を分別するために酢酸による新抽出法を考案し，尿素分別法と比較・検討した。

2. 酢酸抽出法では 5% 酸化イカ肝油 methyl ester の ligroin 溶液を 85% 酢酸で抽出することにより抗菌性 carbonyl が得られ，尿素分別法では石油 ether 可溶性の尿素付加物非形区分に抗菌性 carbonyl が分別された。

3. 抗菌性 carbonyl の分別には酢酸抽出法が尿素分別法よりもまさつていた。

4. 酢酸抽出法による ligroin 不溶性区分の重合油中の carbonyl は抗菌作用を示さないので，酸化に伴ない出現する抗菌力は全 carbonyl 価に比例しないで，ligroin 可溶性 carbonyl 価に比例した。

終稿に当り終始御懇篤な御指導を賜つた富安教授に謝意を表する。

文　　献

1) 松尾　登：化学の領域，**11**，970 (1957).
2) Kauntitz, H., Slanetz, C.A., Johnson, R.E,. Knight, H.B., Saunders, D.H., and Swern, D.: J. Am. Oil Chem. Soc., **33**, 630 (1956).
3) Johnson, O. C., Sakuragi, T., and Kummerow, F. A.: *ibid.*, **33**, 433 (1956).
4) Crampton, E. W., Common, R. H., Pritchard, E. T., and Farmer, F. A.: J. Nutrition, **60**, 13 (1956).
5) Common, R. H., Crampton, E. W., Farmer, F. A., and Defreitas, A.S.W.: *ibid.*, **62**, 341 (1957).
6) 豊水正道：本誌，**22**，368 (1956).
7) ————：同上，**23**，33 (1957).
8) 藤田　穆：有機定性分析，p. 116 (1953).
9) 豊水正道：本誌，**22**，258 (1955).
10) Henick, A.S., Benca, M.F., and Mitchell, J.H.: J. Am. Oil Chem. Soc., **31**, 88 (1954).
11) Chipault, J.R., Privett, O.S., Mizuno, G.R., Nickell, E.C., and Lundberg, W.O.: Ind. and Eng. Chem., **49**, 1713 (1957).
12) Shriner, R. L.: The systematic identification of organic compounds, p. 171 (1948).
13) 小野嘉七：化学実験学，合成篇 II，p. 431 (1942).

酸化魚油の抗菌作用に関する研究—II.

酸化イカ肝油 methyl ester 中の carbonyl の paper chromatography による分離・同定*

豊 水 正 道

(1960 年 4 月 7 日受理)

STUDIES ON ANTIMICROBIAL ACTION OF OXIDIZED FISH OIL—II. SEPARATION AND IDENTIFICATION OF CARBONYLS IN THE OXIDIZED CALAMARY OIL METHYL ESTER BY PAPER CHROMATOGRAPHY

Masamichi Toyomizu**

In the present paper experiment were done to separate, identify and estimate carbonyls in the oxidized methyl ester. By the combined use of column and paper chromatography and spectrophotometry, the joint quantitative and qualitative analyses for carbonyls were successfully carried out.

For the enrichment of carbonyls from the oxidized calamary oil methyl ester, steam distillation and acetic acid extraction were employed. Carbonyls were converted to 2, 4-dinitrophenylhydrazones. The derivatives were fractionated on the basis of the molecular weight of the parent carbonyls except 2,4-dienal by chromatography on columns of silica gel and celite analytical filter aid (2: 1) with 2～6% ether solution in hexane as a developing solvent. The fractions were resolved into classes of carbonyls by paper chromatography using Toyo No. 51 filter paper and 5% ether solution in hexane as a developing solvent. Both paper chromatographic separation of the classes of carbonyls into the individual components and their identification were made by using Toyo No. 51A filter paper impregnated by dipping in 7% vaseline solution in hexane and 96% methanol as a developing solvent. Butanal, pentanal, hexanal, heptanal, nonanal, 2-butenal, 2-heptenal, 2 octenal, and 2, 4-undecadienal were found in steam distillate. In ligroin and 85% acetic acid soluble fraction butanal, pentanal, hexanal, heptanal, 2-butenal, 2-heptenal, 2-octenal, and 2, 4-undecadienal were found (Table 2, 3 and 4). Spectrophotometric examination of the column chromatographic fractions and paper chromatographic spots in vaseline-methanol system permitted the differential determination of all carbonyls in the oxidized calamary oil methyl ester (Table 5).

Further investigations were carried out on carbonyls in ligroin insoluble fraction, and the possibility of polymerization taking place through an oxygen linkage was considered.

著者は酸化魚油の微生物発育阻害作用が carbonyl によることを明らかにしたので，本報では魚油の酸化により生成する carbonyl の分離・同定を試みた。酸化物中の carbonyl の分析法については多くの報告があり，carbonyl を 2, 4-dinitrophenylhydrazone (DNPH) とし chromatography を用いて分離するようになつて以来，その分離・同定の研究は急速に進歩した。

Swift 等[1] は綿実油自動酸化物の蒸気蒸溜物から hexanal, 2-octenal および 2, 4-decadienal を単離した。このような初期の研究は専ら column chromatography (C.C.) のみによつて行われている。aldehyde

* 本研究の大要は 1959 年 10 月，日本水産学会秋季大会（大阪）で発表した。

** 九州大学農学部水産化学教室 (Fish. Chem. Lab., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

および ketone の DNPH の C.C. の吸着剤については GORDON 等[2] が silica gel: celite analytical filter aid (2: 1) を用いて好結果を得て以来この吸着剤の組合せが多く用いられた。すなわち CHANG 等[3] は酸化大豆油および methyl linolenate から，JOHNSON 等[4] は ethyl linoleate の酸化重合物の分解産物からこの吸着剤の組合せにより，それぞれ acetaldehyde, propanal, *n*-pentanal, *n*-hexanal および methyl ethyl ketone, propanal, acetaldehyde, α-pentenal, crotonaldehyde, C_5 の未知の carbonyl を分離した。その他に BUSS 等[5] は吸着剤として $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ を用いて酸敗植物油の揮発性 carbonyl を 30 区分に分け高級 aldehyde としては *n*-undecanal および *n*-undecenal を分離した。しかしながらこのように C.C. のみを用いる方法は多量の DNPH を必要とするのみでなく，操作に多大の労と長い時間とを要するという欠点がある。この点を改良するために paper chromatography (P.C.) を併用して分離・同定することが企てられた。この方法によつて FORSS 等[6] は酸化脱脂乳から acetone, C_2 および C_6 の *n*-saturated aldehyde; C_3 および C_5～C_{11} の alk-2-enal; C_5～C_{11} の 2,4-dienal を分離した。PIPPEN 等[7] も調理した雞の筋肉組織中に acetone, methyl ethyl ketone; C_2～C_6 および C_8～C_9 の *n*-saturated aldehyde; C_5～C_7 および C_{10}～C_{11} の alk-2-enal; C_7 の alk-2,4-dienal が存在することを明らかにした。酸化油中の carbonyl の研究はこのような定性的のものからさらに進歩して定量的な研究へ進み，WITTING 等[8] は gamma 線照射した豚脂から C_3～C_5, C_9 および C_{12} の saturated aldehyde; acrolein, crotonal; 2,4-undecadienal を同定するとともにその含量を測定して，総量の約半分が 2,4-undecadienal であることを明らかにした。彼等は silicic acid と celite とを用いた C.C. にフラクションコレクターによる分離法とを併用して分離したものをさらに N,N-dimethylformamide で処理した沪紙を用いて decalin 飽和の dimethylformamide を移動相として P.C. を行つて同定している。このことは炭素数の多い飽和 aldehyde と不飽和 aldehyde が混在している相からの分離・同定が如何に困難であるかを示している。これらの研究結果から不飽和脂肪酸あるいは不飽和油の酸化によつて生ずる carbonyl は saturated aliphatic aldehyde, saturated ketone, alk-2-enal および alk-2,4-dienal に種類分けされることが分る。GADDIS 等[9] は 165°C, 15 分加熱した豚脂の揮発性 carbonyl を DNPH として最初は ether-石油エーテルを展開剤とした P.C. によつて carbonyl の種類分けを行い，ついでこの種類分けされた各々の carbonyl をさらに第2回の P.C. によつて同定して，C_6 および C_8～C_9 の *n*-alkanal; C_7～C_9 および C_{11} の alk-2-enal; C_7 および C_{10}～C_{11} の 2,4-dienal の存在を明らかにし，かつ定量を行つた。

著者は，酸化イカ肝油 methyl ester 中の carbonyl を酢酸分別法または蒸気蒸溜法によつて分別し，DNPH とした後，最初に C.C. でついで第1回目の P.C. で種類分けを行い，さらに第2回目の P.C. で同定を行つた。酸化油中には carbonyl は比較的小量しか存在しないので chromatography を用いるのは良い方法と考えられる。しかしながら今日までに報告されている種々の P.C. を試みたところ，ある方法は streaking が甚しく，ある場合には解析が充分でなく，またあるものは操作が極めて複雑で多大の労と時間を要するために利用し得なかつた。またある種の天然物では良い方法であつても魚油の酸化生成には適用し得ないものもあつた。このような予備実験の結果 carbonyl の種類分けには ether-hexane で展開すると，C.C. と P.C. を用い，carbonyl の同定には ELLIS 等[10] の方法を改良した P.C. を用いて酸化イカ肝油 methyl ester 中の carbonyl の分析を行つた。

実 験 方 法

試料: アルカリ精製したイカ肝油から常法により調製した脂肪酸 methyl ester (186～210°C/2mm) に M/100 になるように Cu-stearate を加えて 100°C, 1.5 時間酸素吹込み下で酸化した。これを前報[11] で述べたように ligroin と酢酸とを用いて分別して得た ligroin, 85% 酢酸可溶性の区分，ligroin 不溶性の区分を試料とした。他方揮発性 carbonyl の分析には 200g の酸化 methyl ester を 1.5 時間蒸気蒸溜して得た 500cc の溜液を試料とし，これら3区分から DNPH を調製した。

2,4-dinitrophenylhydrazone の調製: 2g の ligroin, 85% 酢酸可溶性区分を 20cc の 95% ethanol

にとかし，0.4g の 2,4-dinitrophenylhydrazine, 2cc の濃硫酸，3cc の水および 10cc の 95% ethanol を混和して調製した hydrazine 試薬[12]をこれに加え一夜放置後遠心分離して得た沈澱を硫酸々性 ethanol, 95% ethanol で洗滌して DNPH を得た。ligroin 不溶性区分は ethanol にとかして全く同様にして DNPH を調製した。揮発性 carbonyl の DNPH は蒸気蒸溜液を 2N-HCl に飽和した 2,4-dinitrophenylhydrazine 溶液 50cc 宛で受け1夜放置後，生じた沈澱をあつめ 2N-HCl, 95% ethanol, および水で洗滌して調製した。hydrazine 溶液は総計 500cc 用いた。

column chromatography: 190°C で別々に2時間加熱した 12g の silica gel (Mallinckrod 社製，100 mesh) と 6g の celite analytical filter aid (Johns-Manville 社製) とをよく混和後適当量の hexane とともに 1.5×30cm のガラスチューブに注入充塡して column を準備した。100～150mg の DNPH を 20cc の chloroform に溶かして注入後，最初は hexane のみで，ついで ether を加えてその濃度を 2, 4, 6% と順次増加した ether 含有 hexane 溶液で展開を行つた。展開終了後は column を押出し各 band 毎に切りとつて ethyl acetate で DNPH を抽出した。

paper chromatography: C.C. で分別した各区分は carbonyl の同定を行う前に 5% ether を含んだ hexane を展開剤として上昇法により carbonyl の種類分けを行つた。すなわち 40×40cm の東洋沪紙 No. 51 を3分して原線上に毛細管で DNPH の benzol 溶液を線状に sampling した。*n*-alkanal, alk-2-enal, alk-2,4-dienal はそれぞれ固有の R_f まで移動するから約 20cm 展開後分離した band を切り取り，下降法により benzol で溶出した。かくして得た DNPH はつぎに ELLIS 等[10]の方法を改良して同定した。すなわち 2×40cm の東洋沪紙 No. 51A を 7% white vaseline (丸石製薬会社製・日本局法) の hexane 溶液に浸漬し，15 分間室温で乾かした後 Sampling して 96% methanol で上昇法により展開した。この場合一定の R_f を得るために mercury trap を使用した。これは側管をもつた水銀の入つた 25cc 容のフラスコで，クロマト塔に通じるガラス管がフラスコの中の水銀中に 2mm 浸してある。この mercury trap はクロマト塔内の展開剤の蒸気圧を一定に保つことにより常に一定の R_f を与え非常に有効であつた。

DNPH の極大吸収波長の測定: vaseline-methanol 法による P.C. で分離した spot を methanol で溶出したものおよび authentic compound を ethanol にとかし極大吸収波長 (λ_{max}) を測定した。さらに各試料について 0.25N 苛性加里-ethanol 溶液を溶媒として λ_{max} を測定し，λ_{max} における吸光度を溶媒を加えた直後および 90 分後に測定してアルカリ性における褪色度を測つた。

carbonyl の定量: C.C. で分別した各区分の DNPH を CHIPAULT 等[13]の分光分析法で飽和 carbonyl, 不飽和 carbonyl に分けて定量し，vaseline-methanol 法で分離した spot を methanol で溶出したものの λ_{max} における吸光度の比によつて配分比例して各 carbonyl の含量を mol % で算出した。

溶媒の精製: ethanol および chloroform は硫酸々性で 2,4-dinitrophenylhydrazine を加え逆流冷却器をつける3時間加熱後蒸溜して carbonyl を除去した。methanol は苛性曹達を加えて蒸溜し沸点 64.1°C の区分のみを用いた。ether は硫酸々性の硫酸第一鉄飽和溶液で洗滌後蒸溜して過酸化物を除去した。hexane は濃硫酸で洗滌後蒸溜して芳香属化合物を除去した。

実験結果および考察

ELLIS 等[10]および GADDIS 等[14]は *n*-alkanal および alk-2-enal の DNPH の P.C. を行い，C_1～C_6 の carbonyl は propylene glycol で，C_7～C_{14} の carbonyl は vaseline で前処理を行つた沪紙で同定できると報告している。彼等が用いた Cheesbrough 社製の vaseline, skellysolve C および Whatman No. 3 の沪紙等は国内で入手し難いので，著者は国産の試薬・沪紙を用いて C_3～C_{12} の *n*-alkanal および C_3～C_5 の alk-2-enal で検討した結果，7% vaseline 処理の沪紙を用いて展開剤である methanol の濃度を増加して 96% とすることにより Table 1 で示すように C_4～C_{12} の carbonyl を同定し得た。ただ C_3 と C_4 との R_f は近似しているのでその区別の判定は難しいようである。飽和化合物か不飽和化合物かは P.C. によつては判定し得ないので，これを判定するために λ_{max} を測定して Table 1 の結果を得た。DNPH の母体

Table 1. R_f value in vaseline-methanol system and absorption maximun of carbonyl 2, 4-dinitrophenylhydrazones.

	R_f	λ_{max} (mμ)		R_f	λ_{max} (mμ)
propanal	0.76	356	heptanal	0.64	356
2-propenal	0.72	375	octanal	0.60	356
butanal	0.75	356	nonanal	0.56	356
2-butenal	0.70	375	decanal	0.50	356
pentanal	0.70	356	undecanal	0.44	356
2-pentenal	0.66	375	dodecanal	0.24	356
hexanal	0.67	356			

Table 2. Carbonyls in steam distillate of the oxidized calamary oil methyl ester.

No. of band in column chromato.	R_f in ether-hexane system	R_f in vaseline-methanol system	λ_{max} (mμ)	Identification
D-1	0.05	0.09	385	2, 4-undecadienal
	0.98	0.75	357	butanal
D-2	0.05	0.10	385	2, 4-undecadienal
	0.98	0.75	357	butanal
	0.98	0.69	358	pentanal
D-3	0.05	0.09	385	2, 4-undecadienal
	0.98	0.69	358	pentanal
D-4	0.89	0.69	375	2-butenal
D-5	0.98	0.67	356	hexanal
	0.98	0.65	356	heptanal
D-6	0.88	0.61	374	2-heptenal
	0.88	0.58	376	2-octenal
D-7	0.88	0.57	376	2-octenal
	0.98	0.56	357	nonanal

Table 3. Carbonyls in ligroin-85% acetic acid soluble fraction of the oxidized calamary oil methyl ester.

No. of band in column chromato.	R_f in ether-hexane system	R_f in vaseline-methanol system	λ_{max} (mμ)	Identification
A-1	0.05	0.10	385	2, 4-undecadienal
	0.98	0.75	357	butanal
A-2	0.05	0.10	385	2, 4-undecadienal
	0.98	0.71	357	pentanal
A-3	0.90	0.70	375	2-butenal
	0.98	0.67	357	hexanal
	0.98	0.64	357	heptanal
A-4	0.89	0.61	375	2-heptenal
	0.89	0.57	376	2-octenal

である carbonyl の化学構造と吸収スペクトルとの関係については多くの報告がある。BRAUD 等[15]および SZMANT 等[16]は DNPH の可視部光線の吸収は主として ＞C: N- 基と ＞NH 基とによるが，母体に二重結合があるときは励起されやすい η electron が存在するために DNPH の呈色に影響を与えると述べている。この際最も顕著に影響が表われるのは λ_{max} の位置であつて，JOHNSON[17]は DNPH の母体である carbonyl を 3 群に分け，それぞれに係数を与え λ_{max} を計算によつて算出し得るような式を提唱した。ROBERTZ 等[18]，BUYSKE 等[19]および JOHNES 等[20]は構造を異にする各種 aldehyde, ketone の DNPH の λ_{max} を測定し，飽和 aldehyde では 354～358mμ，飽和 ketone では 364～367 mμ，不飽和 aldehyde では 375mμ にそれぞれ λ_{max} があると報告している。揮発性 carbonyl および ligroin, 85% 酢酸可溶液性区分の carbonyl の C.C. および P.C. による分離とそれぞれの λ_{max} を Table 2, 3 に示した。この表から明らかなように silica gel: celite analitical filter aid (2: 1) の C. C. では飽和化合物と不飽和化合物の分離はできなかつたが，2, 4-dienal は例外としてその他の carbonyl の DNPH は炭素数に応じて分別された。つぎに行つた 5% ether を含んだ hexane による P.C. では大別して 3 種類の R_f が得られ，明らかに carbonyl の種類により分けられたが，同一種類に属する carbonyl は C 数が異つても総て同一の R_f を示し C 数を推定することすらできなかつ

た。つぎに vaseline-methanol の P.C. で得た R_f と各 spot の λ_{max} とを Table 1 で示した authentic compound のそれらと比較・参照して *n*-alkanal として butanal, pentanal, hexanal, heptanal; alk-2-enal として 2-butenal を同定した。これらの他に Table 2 すなわち揮発性 carbonyl 区分のみから nonanal が同定された。Table 1 で明らかなごとく alk-2-enal の R_f はC数の1ケ多い *n*-alkanal の R_f とほぼ同一であり，かつ λ_{max} が 375 mμ であるから，さらに 2-heptenal, 2-octenal の存在が推定される。D-1, D-2, D-3 および A-1, A-2 に含まれている λ_{max} が 385 mμ である区分は dienal と推定される。これらの区分を集め A 区分と D 区分とは別々に C.C. を行ない展開剤の ether 量を増加して 15% ether として展開し，C.C. をさらに2回くり返した後 alcohol で再結した。M.P. は D 区分のものは 132.5°C, A 区分のものは 132.0°C で Forss 等[6] が合成 2,4-undecadienal の DNPH で報告している 133～134°C とほぼ一致した。元素分析値は Table 4 に示した。これらの結果から 2,4-undecadienal の存在を確認した。なお half aldehyde の有無を明らかにするために野中[21]の方法すなわち hexane: glacial acetic acid: xylene (5: 1: 3) で上昇法で展開したが，総ての試料は沪紙全面に流れて spot を与えず half aldehyde の存在は確認できなかつた。Table 2, 3 の λ_{max} から ketone の存在は否定されたが，さらにこれを確めるためにアルカリ性における褪色度を測定した。Johnes 等[20]は ketone の DNPH はアルカリ性でも殆ど褪色しないと報告している。Table 2, 3 の vaseline-methanol 法で得た spot の溶出物はすべて 90 分後には 50% 内外の褪色率を示し ketone の存在はこの点からも否定された。つぎに分離・同定された carbonyl の含量を Table 5 に示した。すなわち ligroin, 85% 酢酸可溶区分の約半分は 2,4-undecadienal であるが，これに対し揮発性 carbonyl では 2,4-undecadienal は 14.34 mol % という低い値を示し，2-octenal は 26.09% であつた。この減少は蒸溜のための加熱中における 2,4-undecadienal の変化によるものと考えられる。

Table 4. Ultimate analysis of 2,4-dienal.

Fraction	C	H	N	M.P. (°C)
D	58.60	6.15	16.10	132.5
A	58.55	6.11	16.07	132.0
$C_{11}H_{18}NNHC_6H_3(NO_2)_2$ calculated	58.95	6.38	16.18	133～134

Table 5. Carbonyl content in the oxidized calamary oil methyl ester (mol %).

Carbonyl \ Fraction	Steam distillate	Ligroin-85% acetic acid soluble fraction
butanal	13.56	8.10
2-butenal	3.50	4.37
pentanal	16.72	14.84
hexanal	9.97	5.52
heptenal	6.13	7.10
2-heptenal	8.20	2.84
2-octenal	26.09	3.77
nonanal	1.49	—
2,4-undecadienal	14.34	53.46

Table 6. Ultimate analysis of carbonyls in ligroin insoluble fraction.

Carbonyl	C	H	N	Formula
P-1	51.55	4.86	10.48	$C_{17}H_{22}O_3$
P-2	55.96	5.87	9.13	$C_{21}H_{29}O_7$
P-3	56.15	5.82	9.76	$C_{23}H_{32}O_8$

酸化 methyl ester を酢酸分別する際に分別される ligroin 不溶性区分から得た DNPH は C.C. で P-1, 2, 3 の3区分に分別されたが，P.C. によつてもこれ以上には分別されなかつた。この3区分の元素分析の結果および nujol 法による赤外吸収スペクトルはそれぞれ Table 6, Fig. 1 に示した。Table 1 に示したようにこれらは C_{17}～C_{23} の重合体であり，赤外吸収スペクトルは3区分のものは殆んど互に差異が認められない。このスペクトルは Johnes 等[20] が報告しているように N-H, C-H, phenyl C=C, C=N, $N-O_2$ による吸収および phenyl 基の 1, 2, 4 置換による吸収等典型的な DNPH による吸収を示している以外に，Witting 等[22] が ethyl linolenate の dimer, trimer で報告している CO, CH_2-CH_2 の吸収が表われている。この外に 2.99μ における OH および 10.25μ における trans 二重結合による吸収がある。これらによつて分子中に含まれた異常に多い酸素は OH, CO の型で存在し，酸化的結合は酸素をもつたこれらの基に

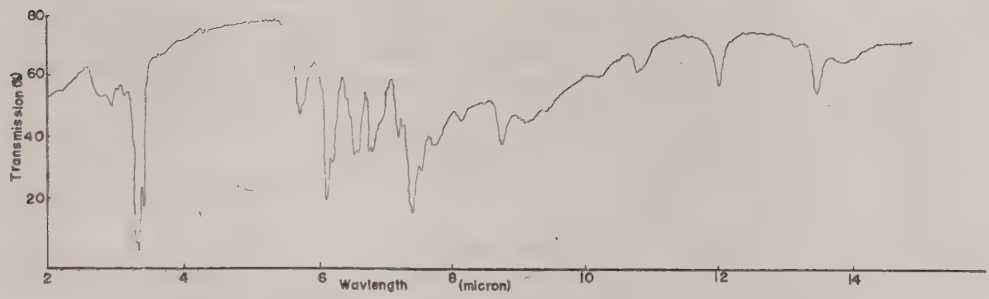


Fig. 1. The absorption spectrum of P-1 in the infrared region.

よつていると推定される。

要　　約

1. Column chromatography と paper chromatography および分光分析法とを併用して酸化イカ肝油 methyl ester 中の carbonyl を性定・定量分析した。

2. 酸化イカ肝油 methyl ester の蒸気蒸溜物および ligroin, 85% 酢酸可溶性区分からの carbonyl を 2, 4-dinitrophenylhydrazone とし, silica gel: celite analitical filter aid (2: 1) を用いる column chromatography により 2, 4-dienal 以外を分子量にしたがつて分別した。

3. 5% ether を含んだ hexane を展開剤として東洋沪紙 No. 51 を用いる paper chromatography により carbonyl を種類分けした。

4. 7% vaseline で処理した東洋沪紙 No. 51 A と展開剤として 96% methanol とを用いる paper chromatography により, 種類分けした carbonyl の分離同定を行つた。

5. 蒸気蒸溜物中には butanal, pentanal, hexanal, heptanal, nonanal, 2-butenal, 2-heptenal, 2-octenal および 2, 4-undecadienal が存在し, ligroin, 85% 酢酸可溶性区分には butanal, pentanal, hexanal, heptanal, 2-butenal, 2-heptenal, 2-octenal および 2, 4-undecadienal が存在していた。

6. Column chromatography で分別された区分と vaseline-methanol による paper chromatography で分離された spot との分光分析により飽和 carbonyl, 不飽和 carbonyl は別々に測定された。

7. Ligroin 不溶区分の重合物中の carbonyl を赤外分析・元素分析して, 重合は酸素結合によつて行われると推定した。

終稿に当り，終始御懇篤な御指導を賜わつた富安教授に謝意を表する。

文　　献

1) Swift, C. E., O' connor, R. T., Brown, L. E., and Dollear. F. G.: J. Am. Oil Chem. Soc., **26**, 297 (1949).
2) Gordon, B. E., Wopat, F., Burnham, H. D., and Jones Jr. L. G.: Anal. Chem., **23**, 1754 (1951).
3) Chang. S. S., and Kummerow, F. A.: J. Am. Oil Chem. Soc., **30**, 251 (1953).
4) Johnson, O. C., Chang, S. S., and Kummerow, F. A.: *ibid.*, **30**, 317 (1953).
5) Buss, C. D., and Mackinney, G.: *ibid.*, **32**, 487 (1955).
6) Forss, D. A., Pont, E. G., and Stark, W.: J. Dairy Research, **22**, 91, 345 (1955).
7) Pippen, E. L., Nonaka, M., Jones, F. F., and Stitt. F.: Food Research, **23**, 103 (1958).
8) Witting, L. A., and Schweigert, B. S.: J. Am. Oil Chem. Soc., **35**, 413 (1958).
9) Gaddis, A. M., Ellis, R., and Currie, G. T.: Food Research, **24**, 283, 392 (1959).

10) Ellis, R., Gaddis, A. M., and Currie, G. T.: Anal. Chem., **30**, 475 (1958).
11) 豊水正道: 本誌, **26**, 721 (1960).
12) Shriner, R. L.: The systematic identification of organic compounds p. 171 (1948).
13) Chipault, J. R., Privett, O. S., Mizuno, G. R., Nickell, E. C., and Lundberg, W. O.: Ind. Eng. Chem., **49**, 1713 (1957).
14) Gaddis, A. M., and Ellis, R.: Anal. Chem., **31**, 870 (1959).
15) Braude, E. A., and Jones, R. H.: J. Chem. Soc., 498 (1945).
16) Szmant, H. H., and Planinsek, H. J.: J. Am. Chem. Soc., **72**, 4042 (1950).
17) Johnson, G. D.: *ibid.*, **75**, 2721 (1953).
18) Roberts, J. D., and Green. C.: *ibid.*, **68**, 214 (1946).
19) Buyske, D. A., Owen, L. H., Pelham, W., and Hobbs, M. E.: Anal. Chem., **28**, 910 (1956).
20) Johnes, L. A., Holmes, J. C., anc Seligman, R. B.: Anal. Chem., **28**, 191 (1956).
21) 野中順三九: 本誌, **21**, 1248 (1956).
22) Witting, L. A., Chang, S. S., and Kummerow, F. A.: J. Am. Oil Chem. Soc., **34**, 470 (1957).

酸化魚油の抗菌作用に関する研究—Ⅲ.
酸化イカ肝油 methyl ester 中の carbonyl の gas-liquid chromatography による分離・同定

豊 水 正 道

(1960 年 4 月 7 日受理)

STUDIES ON ANTIMICROBIAL ACTION OF OXIDIZED FISH OIL—III.
SEPARATION AND IDENTIFICATION OF CARBONYLS IN THE OXIDIZED CALAMARY OIL METHYL ESTER BY GAS-LIQUID CHROMATOGRAPHY

Masamichi Toyomizu*

The development of gas-liquid chromatography has made possible the rapid analysis of the volatile substances. In the present study, the technique was utilized for the analysis of carbonyls in the oxidized calamary oil methyl ester.

The chromatographic separations were carried out on Hitachi KGL-2 gas-chromatograph using silicon grease as a stationary liquid phase because of its thermal stability. Plots of the logarithm of the retention time against the number of carbon atom in authentic carbonyls gave straight lines (Fig. 1, 2). Results shown in Fig. 1, 2 clearly indicate that carbonyls whose numbers of carbon are 3～6 and 7～12 can be analyzed at 90°C and 150°C respectively.

Two kinds of samples, ether extract of the steam distillate of the oxidized calamary oil methyl ester and ether extract of the steam distillate treated with 2,4-dinitrophenylhydrazine solution in which carbonyls were converted to the unvolatile hydrazones were separated at 90°C and 150°C. The elution diagrams illustrated in Fig. 3, 4 demonstrate the successful separation and identification of propanal, butanal, 2-butenal, pentanal hexanal, heptanal, 2-heptenal, 2-octenal, nonanal, and 2,4-undecadienal (Table 1).

In general the results agreed with those obtained by the combined use of column and paper chromatography except for separation of propanal, which indicated the superior accuracy of gas-chromatography. Unsaturated carbonyls identified by gas-liquid chromatography did not reveal any difference from those by paper and column chromatography, and a principal volatile carbonyl component in the oxidized methyl ester was 2-octenal.

著者は前報[1]で酸化イカ肝油 methyl ester 中の carbonyl を酢酸抽出法あるいは蒸気蒸溜法で分別した後，2,4-dinitrophenylhydrazone (DNPH) として分離し，column chromatography とさらに2回の paper chromatography とを併用して同定した。この方法は試料の必要量を少量化した点および分析時間を短縮した点等において従来から行なわれている方法に比較して一段と優れている。しかしこの方法によつて分離された carbonyl 中には不飽和 carbonyl，特に不飽和基を2つもつたものも存在していたが，これ等不飽和 carbonyl が分析操作中にどのような変化をうけたかは全く明らかでない。このようにして考えると油脂の酸化生成物の分析には不安定な不飽和化合物を変化させないような簡便・敏速な分析方法がのぞまれる。

最近揮発性物質の分析に gas-liquid chromatography (G.L.C.) が盛んに用いられるようになり，油脂分

* 九州大学農学部水産化学教室 (Fish. Chem. Lab., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

解物に関しては Cox 等[2] は steroid の側鎖を分解しその生成物を，NOWAKOWSKA 等[3] は不飽和油の酸化生成物を G. L. C. によつて分析している。G. L. C. の利点とする点は試料の少量化と分析操作の簡易および分析精度の高いことであり，沸点の高い試料では分離に高温を必要とするが，不活性の carrier gas 中で処理されるので試料は変化をうけることなく分離・同定されることは不安定な物質の分析法として特にすぐれた点である。著者はこれらの点に着目して酸化魚油中の不安定な carbonyl の分離・同定を G. L. C. によつて行なつた。

実 験 方 法

I. 実験試料

authentic carbonyl mixture: propanal, butanal, pentanal, hexanal, heptanal, octanal, nonanal, decanal, undecanal, dodecanal の飽和 carbonyl の混合物および 2-propenal, 2-butenal, 2-pentenal の不飽和 carbonyl の混合物の2種を試料とした。

酸化イカ肝油 methyl ester の蒸気蒸溜物: 1*l* のイカ肝油脂肪酸 methyl ester に Cu-stearate を M/100 になるように加えて，100°C で 1.5 時間，乾燥酸素吹込み下で常法により酸化したものを蒸気蒸溜して 2*l* の溜液を氷と食塩の混合物で冷却しながら捕集した。この溜液に食塩を飽和になるまで加えてから ether で抽出し，ether 可溶性区分は 3% $NaHCO_3$ 溶液で洗滌した後 ether を溜去した。

2, 4-dinitrophenylhydrazine 処理蒸気蒸溜物: 上述のごとく常法によつて酸化した 1*l* の酸化イカ肝油 methyl ester を蒸気蒸溜して 500cc の 2N-HCl の 2, 4-dinitrophenylhydrazine 飽和溶液で受けた。蒸溜は 2*l* の蒸液を得るまで行なつた。これを1夜放置して carbonyl を DNPH として沈澱させ，上澄液に食塩を飽和になるまで加えてから ether で抽出した。ether 可溶性区分は水洗後，3% $NaHCO_3$ 溶液で洗滌し ether を溜去した。

II. gas-liquid chromatography

日立 KGL-2 型 gas-chromatograph を使用した。silicon grease (thermol) を固定液相とし，直経 4mm，長さ 1m のチューブに充塡したものの3本すなわち 3m の column を用いた。column 温度は 90°C, 150°C で，試料室温度は 165°C に調節した。記録紙は column 温度 90°C では 1cm/分，150°C では 2cm/分 の速さで回転させた。helium を carrier gas とし 60cc/分 の量を流し，検知器のブリヂ電流は 175mA，記録計の指度は 3mV で測定を行なつた。

実 験 結 果

I. Authentic carbonyl の gas-liquid chromatography

authentic carbonyl mixture を 90°C で分離し retention time (t_R) を測定した。その結果 octanal までは分離されたが nonanal 以上の炭素数の carbonyl は分離されなかつた。また heptanal および octanal はピークが炭素数6以下のものと比して幅が長く，高さが低く分離不良を暗示している。C_3～C_8 の飽和 carbonyl および不飽和 carbonyl の t_R と炭素数との関係は Fig. 1 に示したように t_R の対数に対し炭素数は直線関係にある。150°C で分離を行なつた場合は Fig. 2 に示したように dodecanal まで総ての carbonyl は分離され，t_R と C 数とは C_3～C_{12} の carbonyl で Fig. 1 の場合と同様に t_R の対数に対し炭素数は直線関係を示している。しかし hexanal までは t_R が短く，t_R 0.2 分から 0.8 分までの間に4つの carbonyl のピークがあるから，propanal, butanal, pentanal および hexanal の同定には 90°C の分離が適当である。不飽和 carbonyl の t_R は 90°C においても，また 150°C においても相当する飽和化合物の t_R よりも長く，炭素数1個多い飽和化合物の t_R よりも常に短くて，この両者の中間にあつた。以上要するに C_3～C_6 の carbonyl は 90°C で，C_7～C_{12} の carbonyl は 150°C で分離するのが最もよく，この条件においては t_R の対数と炭素数との間には常に直線関係が成立し容易に同定し得る。

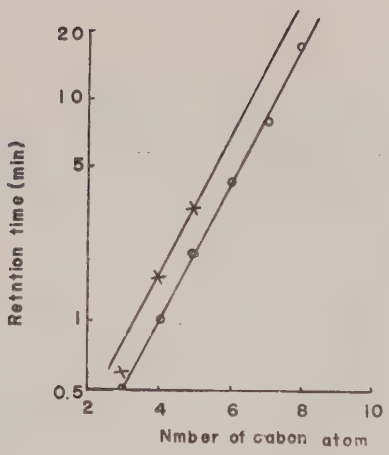


Fig. 1. A plot of the logarithm of retention time against the number of carbon atom in carbonyl compounds at 90°C.

○——○ saturated
×——× unsaturated

Column silicon grease, 3m by 4mm, Flow of helium gas. 60cc/min., Bridge current 175mA, Recorder sens. 3mV, Chart speed 1cm/min., Injector temp. 165°C.

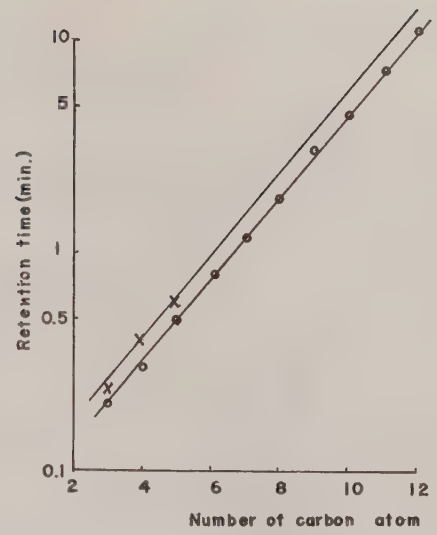


Fig. 2. A plot of the logarithm of retention time against the number of carbon atom in carbonyl compounds at 150°C.

○——○ saturated
×——× unsaturated

Column silicon grease, 3m by 4mm, Flow of helium gas, 60cc/min., Bridge current 175mA, Recorder sens. 3mV, Chart speed 2cm/min., Injector temp. 165°C.

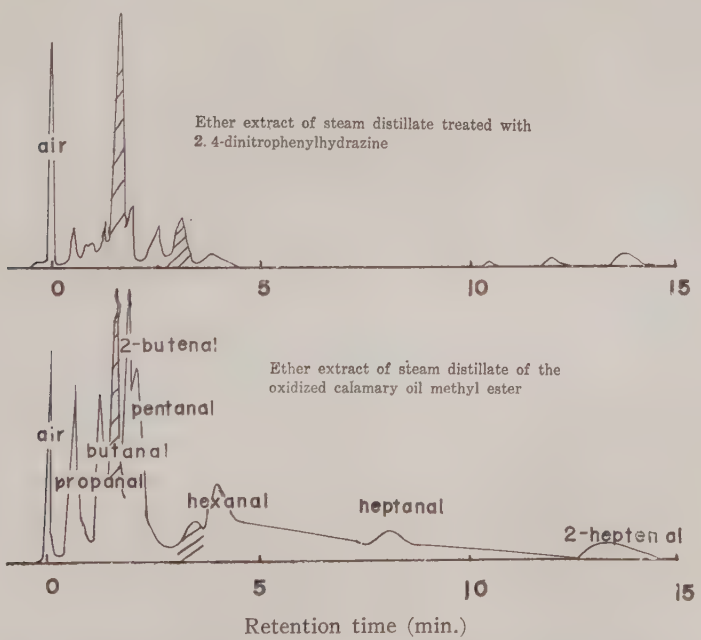


Fig. 3. Separation of carbonyls in the oxidized calamary oil methyl ester at 90°C, under the same conditions as those in Fig. 1.

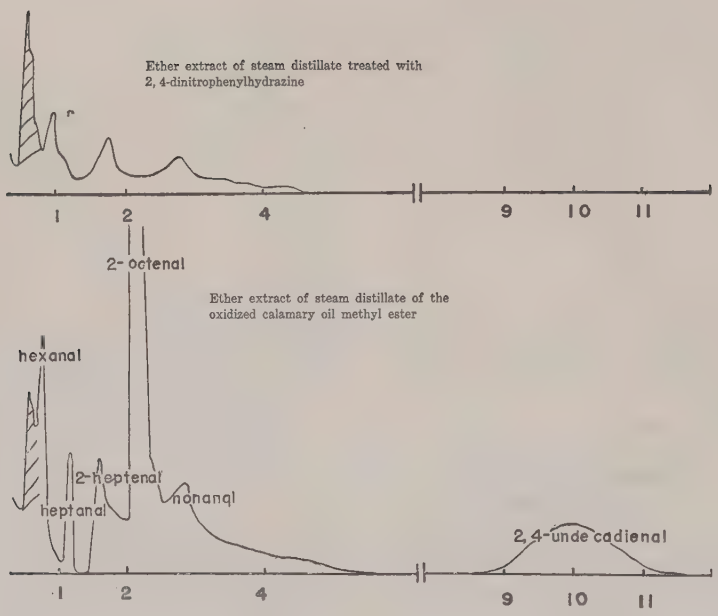


Fig. 4. Separation of carbonyls in the oxidized calamary oil methyl ester at 150°C, under the same conditions as those in Fig. 2.

II. 酸化イカ肝油 methyl ester 中の carbonyl の同定

90°C および 150°C で酸化イカ肝油 methyl ester 中の carbonyl を分離した elution diagram は Fig. 3, 4 に示した。酸化イカ肝油 methyl ester 蒸溜物の elution diagram (下段) は carbonyl 以外の成分も含んでいるかもしれないので, 2, 4-dinitrophenylhydrazine で処理して carbonyl を不揮発性として除去した elution diagram (上段) と比較・参照して carbonyl 以外の成分の示す diagram を除かねばならない。この場合には量的関係を考慮する必要があるので両試料を等量宛 sampling した。その結果 Fig. 3 では t_R 1.6 分のピーク, Fig. 4 では t_R 0.6 分のピーク (Fig. 3 の t_R 3.3 分のピークに相当する) は carbonyl とは無関係のものであることを知り, さらに Fig. 1, 2 に示した t_R から同定を行なつて Table 1 に示したように propanal, butanal, 2-butenal, pentanal, hexanal, heptanal, 2-heptenal, 2-octenal, nonanal, および 2, 4-undecadienal を同定した。このうち 2-heptenal と 2-octenal とは標品を入手し得なかつたので不飽和 carbonyl の炭素数と t_R の対数との関係を示す直線を延長して求めた t_R (Fig. 2) で同定した。また Fig. 4 の最後のピークの t_R 10.0 分は dodecanal の t_R 10.7 分より短く, undecanal の t_R 7.0 分および 2-undecenal の t_R 9.0 分より長いので, 二重結合 2 個の C_{11} carbonyl と思われる。前報[1]で 2, 4-undecadienal の存在が元素分析で確認されているので 2, 4-undecadienal と推定した。このようにして分離・同定した carbonyl のうち hexanal, heptanal および 2-heptenal は

Table 1. Identification of carbonyls in the oxidized calamary oil methyl ester by gas-liquid chromatography.

Retention time (min.)		Carbonyl
90°C	150°C	
0.5		propanal
1.1		butanal
1.7		2-butenal
2.0		pentanal
4.0	0.8	hexanal
7.4	1.2	heptanal
13.0	1.6	2-heptenal
	2.2	2-octenal
	2.8	nonanal
	10.0	2, 4-undecadienal

Fig. 3, 4 の両方から全く同じように分離・同定され，本法による分析が正確であることを示している。

考　　察

gas-chromatography は今日まで分析不可能であつた多くの問題に解決を与へ，有機分析に画期的な進歩をもたらしたが，一種類の充塡剤が総ての分析に好結果を与えうるのではなく充塡剤の撰択は分析結果を支配する重要な因子である。本研究では carbonyl を分析するのであるから carbonyl の分離に適当な充塡剤を撰択すればよいのであるが，酸化イカ肝油 methyl ester 中には 2, 4-undecadienal が存在しているから分離のためには相当の高温度が必要であり，充塡剤はその温度に耐えるものでなくてはならない。carbonyl のように極性の強いものを分離・同定するには極性の強い固定液相が適当とされ，dioctylphthalate, dinonylphthalate, ethylene glycol 等が carbonyl の分離に好結果を与えると報告されている[4]。また TENNEY[5] は分子中に酸素をもつた化合物の分離には dipropionitrile が最も効果的な固定相であると述べている。しかしながらこれ等の固定相は何れも高温に耐え得ないので，高温に耐える固定相として polyethylene glycol 6000 を用いて 150°C で分離を試みたところ spreading が甚しく carbonyl の分離に不適であつたので silicon grease を 150°C で使用し，低温 (90°C) の分離には上記の極性の強い固定相を用いることにした。しかし silicone grease の 90°C における carbonyl の分離能は dioctylphthalate, dinonylphthalate 等と比較して劣らず，また 150°C における分離も満足すべきものであつたので silicon grease のみを用いることにした。

G. L. C. によつて分離・同定を行なう場合試料は目的とする物質以外の夾雑物を可及的に除去した濃厚なものであることがのぞましい。NOWAKOWKA[3] は酸化油の生成物を分析するのに当り酸化油をそのまま用いて同定不能の不明瞭な数多くのピークを得ている。この点からも G. L. C. では試料調製の重要であることがわかる。酸化油中の carbonyl を同定するのに当り carbonyl だけを変化させることなく純粋にとり出す方法がないので，著者は醋酸抽出法[1] と蒸気蒸溜法の 2 方法によつて分別して，G. L. C. の試料としての優劣を検討した。その結果，酢酸抽出法によつて濃縮された試料は spreading が甚しく試料として適当でなかつたので蒸気蒸溜液の ether 可溶性区分を試料とした。この蒸気蒸溜物の ether 可溶性区分には carbonyl 以外の物質が存在している。G. L. C. では同じ物質は同じ t_R を与えるが，同じ t_R を与えるから同じ物質であるという保証はないから，このような夾雑物の存在の下では試料と標品との t_R の比較のみによつては同定を行ない得ないので，推定成分の添加，特定成分の消去等の方法によつて同定することが考えられている。雨宮[6] は飽和炭化水素と不飽和炭化水素の混合物から不飽和炭化水素を G. L. C. で同定するために不飽和炭化水素を臭素化して不揮発性とする方法を用いた。著者は酸化 methyl ester の蒸気蒸溜液の ether 可溶性区分中の carbonyl を DNPH にかえて不揮発性として除去した試料の elution diagram と carbonyl を除去しない試料の elution diagram との比較から carbonyl の同定を行なつた。carbonyl を除去する方法としては 2, 4-dinitrophenylhydrazine を用いる外に dimedone も用いたが結果は全く同一であつた。Table 1 で示されている G. L. C. で分離・同定された carbonyl と前報[1] で同一操作によつて調製した試料から paper chromatography で分離・同定された carbonyl とを比較・検討してみると，G. L. C. では propanal と butanal とが分離されたが，paper chromatography では propanal を butanal から分離・同定することができず，この両者の混合体を butanal と同定した。このことから G. L. C. は paper chromatography よりも精度において勝つているが，このような例外を除いては G. L. C. で得た結果は paper chromatography で得た結果とよく一致し，Fig. 3, 4 から酸化 methyl ester 中の主要な揮発性 carbonyl は 2-octenal であることが分つた。

要　　約

1. 酸化イカ肝油 methyl ester の carbonyl の分離・同定を silicon grease を固定液相とし gas-liquid chromatography によつて試みた。

2. carbonyl の炭素数と retention time の対数との間には直線関係が成立し，C_3～C_6 の carbonyl は 90°C で C_7～C_{12} の carbonyl は 150°C で分離・同定された。

3. 酸化イカ肝油 methyl ester の蒸気蒸溜物と 2,4-dinitrophenylhydrazine で処理して carbonyl を不揮発性とした蒸溜物とを試料とし，90°C および 150°C で gas-liquid chromatography を行なつた。

4. これ等の elution diagram を比較・検討して，propanal butanal, 2-butenal, pentanal, hexanal, heptanal, 2-heptenal, 2-octenal, nonanal, 2,4-undecadienal が分離・同定された。

5. paper chromatography では分離されなかつた propanal が gas-liquid chromatography では分離され，後者の精度が前者よりすぐれていることがわかつた以外は両者の分析結果はほぼ同一であつた。

終稿に当り，終始御懇篤な御指導を賜つた富安教授に謝意を表する。

文　　献

1) 豊水正道：本誌，**26**，726 (1960).
2) Cox, J., High, L. B.: Proc. Chem. Soc., 234 (1958).
3) Nowakowska, J., Melvein, E. H., and Wiebe, R.: J. Am. Oil Chem. Soc., **34**, 411 (1957).
4) 後藤良造・荒木長男：化学の領域，**12**，826 (1958).
5) Tenney, H. M.: Anal. Chem., **30**, 2 (1958).
6) 両宮良三：ガスクロマトグラフィー，p. 29 (1958).

PRINTED BY
KOKUSAI BUNKEN INSATSUSHA
SHINJUKU-KU, TOKYO

塩酸ゴムフィルム（魚肉ソーセージ用ケーシング）の防腐作用

安永統男

On the antimicrobial action of rubber hydrochloride film (the casing of fish sausage)

Norio Yasunaga

九州大学農学部学芸雑誌，第18巻 第2号，別刷，昭和35年12月31日

Reprinted from the Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, vol 18, no. 2, DECEMBER 31, 1960

塩酸ゴムフィルム（魚肉ソーセージ用ケーシング）の防腐作用

安　永　統　男

On the antimicrobial action of rubber hydrochloride film (the casing of fish sausage)

Norio Yasunaga

塩酸ゴム（Rubber hydrochloride，以下 RH と略記），ポリビニリデンクロライド（Polyvinylidenchloride，以下 PC と略記）などのフィルムが魚肉ソーセージのケーシングとして主に使用されているが，PC フィルムで包装した方が RH フィルムを用いた場合よりも腐敗しやすいと一般に言われており，ことに夏季においては PC フィルムは使用されていないようである．

貯蔵期間にこのような差の生ずる原因については報告を見ない．著者は魚肉ソーセージの腐敗菌は嫌気性菌の場合もあるが，主として好気性菌であると報告されていること[1,2,3]から考えて，両フィルムの通気性についてレサズリンを用いて検べたところ，RH フィルムが PC フィルムに較べて相当大きかつた．しかし，製造後の貯蔵期間は PC フィルムを用いた方が RH フィルムを用いた場合よりも遂に短かいことから推察すると空気の透過性とは無関係のようである．

一方著者は RH フィルムを加熱すると塩素イオンが遊離する[4]ことから両フィルムの物理的性質よりも，むしろ化学的性質の差に基づくものであろうと考えて実験を行ない，加熱によつて RH フィルムからは微生物の増殖を阻害する物質が遊離されることを知り，その物質が RH の製造過程中に加えられる配合成分と関係のあることを確めた．

実験及び結果

I. 空気の透過性

レサズリン 0.01％，チオグリコール酸ソーダ 0.01％，及び寒天 2％を含んだ水溶液 50 cc を RH と PC の両フィルム（長さ 14 cm，直径 3 cm）にそれぞれつめて加熱，冷却後空気の透過性をレサズリンの発色範囲で測定した．その結果は第 1 表に示したように，対照として水中に放置したものでは両方とも空気の透過は見られなかつたが，空気中に放置すると RH に詰めたものでは 24 時間後，すでに中心部までレサズリンが発色し，PC では 96 時間後でも 9 mm の発色しか見られなかつた．このことから通気性は RH の方が PC よりも大であることが明らかである．ところが前述の如く貯蔵性は RH の方が優つているので，この通気性がソーセージ腐敗の要因となるとは思われない．

第 1 表. レサズリンの発色範囲で表わした空気の透過性.

放置時間 (hr) / ケーシング (半径 15 mm)		空気中 24	空気中 48	空気中 72	空気中 96	水中 96
発色距離 (mm)	Rubber hydrochloride	15	15	15	15	0
	Polyvinyliden chloride	2	5	9	9	0

II. 塩酸ゴムフィルムの加熱による微生物増殖阻害物質の溶出

RH フィルム (0.05 g), PC フィルム (0.05 g), 市販ゴムバンド (0.33 g), セロハン (0.05 g) を 10 cc のブイヨン培地に入れ, 120 °C で 15 分間加熱した後魚肉ソーセージから分離した好気性腐敗細菌を 1 白金耳ずつ接種し, 30 °C で培養した. ここでゴムバンドを供試した理由は同じゴム製品である RH と対照させるためである. またセロハンは今日までセロハンが食品の包装用として広く用いられて来たので同じく対照として試験した. その結果は第 2 表に示したように PC 及びセロハンでは 24 時間後に菌の増殖を見たが, RH 及びゴムを加えた培地では 48 時間後も菌の増殖は見られなかつた. このことから RH 及びゴムからは加熱によつて微生物の増殖を阻害する物質が溶出してくることが明らかである.

なお有効塩素が加熱によつて遊離し, それが菌の増殖に影響するのではないかと考えて有効塩素量を測定したが, いずれにおいても有効塩素は検出出来なかつた. ただし塩素イオンは 55 mg の RH からは 0.37 mg を遊離した.

第 2 表. ケーシングからの微生物増殖阻害物質の溶出とその阻害作用.

ケーシング mg/10cc		Rubber hydrochloride 50	Polyvinyliden chloride 50	Rubber 330	Cellophane 50	対照
培養時間 (hr)	24	—	##	—	##	##
	48	—	##	—	##	##
有効塩素 mg/10cc		0	0	0	0	0
塩素イオン mg/10cc		0.37	0	0	0	0

(120 °C, 15 分間加熱; 供試菌: ソーセージから分離した好気性腐敗細菌).
…… 正常増殖, — …… 不増殖.

III. 微生物増殖阻害物質の溶出条件

ブイヨンをケーシングに詰めた場合, 10 cc のブイヨンが接触するケーシングの面積は 16 cm^2 であつたので, 表面積が 32 cm^2 になるように切断した RH フィルム片を 10 cc のブイヨン培地に加えて第 3 表の如く加熱し, *Bacillus subtilis*, *Esherichia coli* 及び魚肉ソーセージから分離した腐敗菌をそれぞれ 1 白金耳ずつ接種し 30 °C で培養した. この表から供試 3 菌ともに大体同様な傾向で増殖が阻害されていることが分る.

すなわち 80 °C から 100 °C の間では加熱時間が長い程, また加熱温度が高い程, 微生

物の増殖阻害物質の溶出が多かつた．しかし 120 °C の加熱では 80 °C，100 °C の加熱に比して菌の増殖阻害期間が短い．これは 120 °C では阻害物質の破壊が起るためと思われる．なおRHフィルムからは加熱によつて塩酸が溶出すると言われていることから，[4] 加熱前後の培地の pH の変化を測定したが，表の如く微生物の増殖に影響を与える程の pH の低下はなかつた．

第 3 表．　Rubber hydrochloride (RH) の加熱による微生物増殖阻害物質の溶出．

加熱条件		RHフィルム (32cm²/10ccブイヨン) 80°C 60分	80°C 90分	100°C 30分	100°C 60分	120°C 10分	120°C 20分	対照 120°C 20分	RHケーシング中* 水蒸気 60分	RHケーシング中* 沸騰水 60分
培地の pH	加熱前	7.08	7.08	7.08	7.08	7.22	7.22	7.08	7.00	7.00
	加熱後	7.08	7.08	7.01	6.99	7.18	7.18	7.08	6.92	6.90
増日殖阻害数	*Bacillus subtilis*	3	4	5	6	1	2	0	1	1
	Escherichia coli	2	4	3	4	1	2	0	1	1
	ソーセージ腐敗菌	3	4	8	9	2	2	0	2	1

* 長さ 14cm，直径 3cm.

IV. ケーシング中の塩素イオン量と微生物の増殖阻害作用

前表の如くRHフィルムを加熱すると塩素イオンが溶出してくるので，塩素を含んだ化合物が菌の増殖に影響するのではないかと考え，溶出塩素イオンの量と微生物増殖阻害作用との関係を験べた結果が第4表である．すなわち 100 °C では加熱時間が長くなるに従つて塩素イオンの溶出量は増加するが，菌の増殖の阻害は何れの場合も同じであり塩素イオンの量とは関係がなかつた．

第 4 表．　微生物増殖阻害作用と塩素イオン含量との関係．

加熱時間 (100°C)	30 分	60 分	90 分	120 分	対照
増殖阻害日数	3	3	3	3	0
塩素イオン mg/10cc	1.56	3.33	3.98	8.14	—

(供試菌：*Bacillus subtilis*).

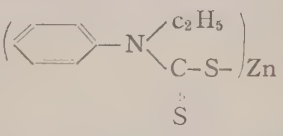
V. RHフィルム中の配合剤の微生物増殖阻害作用

上述の結果から推察すると加熱によつてRHから溶出してくる増殖阻害物質はRHを製造する際に二次的にラテックスへ加えられる塩素化合物以外の配合剤と関係があるように思われる．RH を製造する時の配合剤は加硫促進剤，亜鉛華，硫黄及び分散剤（カゼイン，ステアリン酸等）である．このうちゴムの加硫促進剤には抗カビ性物質があるので，[5] RH を加熱した場合に溶出してくる増殖阻害物質は配合剤として加えられた加硫促進剤と関係があるのではないかと考えて，次のような3種のフィルムを用いて実験した．すなわち，

1）ラテックスシートを塩酸化したフィルム（配合剤を含まず）．

2）亜鉛華の1部，硫黄の1部を3％カゼイン4部にて分散したものをラテックスに添加したフィルム（促進剤以外の配合剤を含む）.

3）RH のフィルム（全ての配合剤を含む）.

なお供試加硫促進剤は通称 PX と言い  の構造式をもつ化合物である．これらのフィルムをそれぞれ 64 cm² になるように切断し 10 cc のブイヨン培地を加え 120 °C で 15 分間加熱後，*Bacillus subtilis* を 1 白金耳ずつ接種し 30°C で培養した．その結果は第5表の如くである．この表で分るように配合剤を加えずに単にラテックスを塩酸化したフィルムを加熱しても増殖阻害物質の溶出はなかつたが，配合剤を添加したフィルムからは増殖阻害物質が溶出した．ただし加硫促進剤の有無には関係はなかつた.

第 5 表.　加硫促進剤の有無と増殖阻害物質の溶出との関係.

フィルム (64cm²/10cc) ＼ 培養時間(hr)	配合剤を含まず	加硫促進剤以外の配合物を含む	全ての配合剤を含む	対照
24	＋＋	−	−	＋＋
48	＋＋	−	−	＋＋
120	＋＋	−	−	＋＋

（供試菌：*Bacillus subtilis*）.

考　　察

RH のケーシング（長さ 14 cm，直径 3 cm）に 50 cc のブイヨンを詰め水蒸気中又は沸騰水中で加熱した後，10 cc ずつ殺菌試験管へ移し，*Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, 及び魚肉ソーセージから分離した腐敗菌を接種培養したところ，第3表に見られるように対照に較べ1～2日間菌の増殖を阻害した．しかし直接ブイヨン中に RH フィルム片を入れ，100°C で加熱した場合の結果よりも阻害度は劣つている．しかしながら実際の魚肉ソーセージでは防腐剤を使用していること，及びこの実験では RH フィルムからの溶出物は液体内に一様に分布したが，実際の魚肉ソーセージでは最も腐敗しやすい外側に高濃度に存在することが考えられるので，RH フィルムが PC フィルムよりも貯蔵性が大である原因の一つは，この溶出物質によるのではないかと考えられる.

なお RH フィルムを加熱した場合に塩酸及び塩素イオンが溶出するので，これらの物質の影響を験べたが，微生物の増殖阻害との関係は見出せなかつた.

一方 RH フィルムを製造する場合，ラテックスに添加される配合剤成分中，亜鉛華，硫黄，及び加硫促進剤 PX の微生物の増殖に及ぼす影響を験べたところ第6表の如き結果を得た．すなわちこれらの物質を単独にまたは混合して 0.01 ％ずつ 10 cc のブイヨン培地へ加え，120 °C で 15 分間加熱した後 *Bacillus subtilis* を接種 30 °C で培養した．前述した如く加硫促進剤には抗カビ性を示すものがあるが，第5表からも推察されるように PX

第6表．増殖に及ぼす配合剤の影響．

配合剤0.01% / 培養時間(hr)	亜鉛華	硫黄	加硫促進剤(PX)	亜鉛華＋硫黄	亜鉛華＋PX	硫黄＋PX	亜鉛華＋硫黄＋PX	対照
24	—	＋＋	＋＋	—	—	＋＋	—	＋＋
48	—	＋＋	＋＋	—	—	＋＋	—	＋＋

（供試菌：*Bacillus subtilis*）．

の抗菌作用は見られなかつた．このようにPX並びに硫黄のみを含む培地では菌の増殖阻害はなかつたが，亜鉛華を含んだ培地では，いずれも菌の増殖阻害が見られた．このことからRHの加熱によつて溶出してくる微生物の増殖を阻害する物質の一つは配合剤としてRHに添加された亜鉛華に関係があるのではないかと推定される．

このような物質がRHのケーシングを用いて魚肉ソーセージを製造する場合，加熱によつて溶出しソーセージの表面に部分的に存在することになり，単独にまたは2種以上の物質が相乗的に加熱中に殺菌作用を及ぼし，また加熱後に生き残つている微生物の増殖を阻害するのであろう．

摘　　要

1）塩酸ゴムのフィルムで包装した魚肉ソーセージがポリビニリデンクロライドのフィルムを用いた場合よりも貯蔵性において優つている原因を追究した．

2）レサズリンを用いて験べた結果，空気の透過性は塩酸ゴムのフィルムがポリビニリデンクロライドのフィルムよりも大であるのに，貯蔵性は逆に塩酸ゴムの方が優つているので空気の透過性とは無関係である．

3）加熱によつて塩酸ゴムのフィルムからは微生物増殖阻害物質が溶出するが，ポリビニリデンクロライドのフィルムからは溶出しない．但し塩酸及び塩素イオンとは関係がなかつた．

4）加熱によつて塩酸ゴムのフィルムから溶出してくる増殖阻害物質は塩酸ゴム製造の際ラテックスに加えられる配合剤と関係のあることを確めた．

終りに本実験を行なうに当り御指導を賜つた冨安教授，豊水助教授，並びに実験材料を恵与されたミツクロン工業株式会社に深謝の意を表する．

文　　献

1）井野米次，1954．腐敗研究所報告，**7**：31．
2）横関源延・内山均・馬見塚利明，1958．日水誌，**24**：156．
3）赤松幹夫，1959．日水誌，**25**：545．
4）上野三郎・橋本亨・清水亘，1958．日水誌，**24**：559．
5）梅沢純夫，1957．抗菌性物質，(培風館)，p. 291．

Résumé

The films of rubber hydrochloride (RH) and polyvinylidenchloride (PC) are commercially used for casing of fish sausage. But it has been recognized that the fish sausage cased with RH film is preserved longer in a good condition than that cased with PC film, and that PC film is not suitable for this purpose, especilly in summer.

The results of studies on the cause of difference in preservation period between the fish sausages cased with these two films are presented. At first, the aerial permeability test of the film was carried out by using resazurin. The result was that PC film was less permeable than RH film, so that there was no correlation between the aerial permeability of the films and the preservation period.

It is known, moreover, that chlorine ion is liberated from RH film when heated, but the author's examination proved that it has no influence on the bacterial growth. In connection with this fact, it was confirmed that some substance liberated by heating from RH film inhibited the growth of bacteria. It is concerned with some of the compounding ingredients of rubber.

It seems that the substance is liberated from RH film during heating process in the case of manufacturing fish sausage, and that it plays a part in inhibiting the growth of bacteria in the superficial portion of fish sausage.

船上でクロルテトラサイクリン処理したキワダマグロの鮮度，肉中のCTC含量ならびに煮沸後のCTC残存量*

米　康夫・富山哲夫

(1959 年 8 月 12 日受理)

IMPROVEMENT OF QUALITY OF YELLOWFIN BY CHLORTETRACYCLINE (CTC) TREATMENT ABOARD SHIP AND CTC RESIDUE OF TISSUES BEFORE AND AFTER BOILING.

Yasuo Yone and Tetsuo Tomiyama**

The yellowfin, *Neothunnus albacora*, which were caught on Indian Ocean in 1956 by a longliner, Bôchômaru, were subjected to 45- to 60-day storage in CTC-ice (about 3 to 5 ppm.) aboard the boat after being dipped in or smeared with CTC-containing sea water. The freshness of fish in each group was estimated after landing by organoleptic grading and volatile bases nitrogen content of the flesh. The skin and flesh of sample fish were assayed microbiologically for CTC residue, and the flesh was also assayed for residual CTC after boiling. The results can be summarized as follows:

1. The freshness of fish after landing was the best in a group which had been iced after being either dipped in CTC (10 ppm.)-sea water for 1 to 4 hours or smeared with CTC (10 and 100 ppm.)-sea water. The second quality was found in a CTC-iced group without any previous treatment (Table 1).
2. When the fish one from each experimental group, was stored at 0 to 15°C after landing, the fish which was CTC-smeared and CTC-iced showed storage life of about 138% and CTC-iced fish without smearing showed that of 125% as compared with that of control fish.
3. The price of the fish which were stored in CTC-ice with and without previous chilling after being killed on the deck was exceedingly high as compared to the price of the fish which were dead when hauled and that of the fish which were left standing for one hour on the deck after being killed (Table 3).
4. The skin of fish which were smeared with CTC (100 ppm.)-sea water and stored in CTC-ice for 60 days possessed 0.34 mcg. CTC per g. The flesh, 1 cm thick beneath the skin of the same fish, contained 0.28 to 0.59 mcg. CTC per g.
5. The residual CTC in belly fillets after 3-minute boiling was found 20 to 40% of raw tissue. Negative result was obtained (lower than 0.04 mcg. per g.) after 5-minute boiling (Table 4).

緒　言

昭和 32 年の統計によれば延縄漁法による鮪の漁獲高は年間 277,485 トン[1] にもおよび，わが国総漁獲高の 4% を占めている主要漁業の一つである。近年漁場の遠隔化に伴い漁獲より陸揚げまでに約 8 週間の長期保蔵を必要とするようになつた。したがつてその鮮度保持に対する Chlortetracycline (CTC と略記) 処理の効果，CTC の魚肉内滲透ならびに熱によるその破壊等について研究することは，漁業経済および国民栄養の上からきわめて重要である。それにもかかわらず従来この種の大型魚について CTC による鮮度保持試

* 本研究の大要は 1957 年 4 月の日本水産学会年会（東京）で発表した。

** 九州大学水産化学教室 (Fish. Chem. Lab., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan.).

験を行なつた例は全くない。他方，わが国独特の延縄漁法で獲れたマグロの漁獲時の肉質，鮮度等は各個体それぞれ非常に異なると推察されるので，鉤にかかつてから冷却されるまでに要した時間および状態が，陸揚時の鮮度におよぼす影響について検討することはきわめて興味あることである。

著者等は 1956 年に 3 回の試験を行なつた結果，CTC 処理が顕著な鮮度保持効果を示すこと，CTC の鮪肉内滲透量は微量であり，煮沸によつて容易に破壊されること，ならびに試料魚としては漁獲時に生存していたものを用うべきことなどがわかつた。

実 験 方 法

1. 供試魚: 第 1 回試験では山口県漁業公社所属の第二防長丸が 1956 年 2 月 2 日から 7 日までの間に印度洋 (3°23′S, 65°27′E) において，第 2 回試験では第一防長丸が 1956 年 7 月 18 日から 22 日までの間に印度洋 Seychelle 群島附近 (6°38′S, 51°29′E) において，第 3 回試験では第一防長丸が 1956 年 11 月 28 日に西印度洋 (01°06′S, 85°54′E) において，それぞれ延縄で漁獲したキワダマグロ (*Neothunnus albacora*) を試料に供した。

2. CTC 氷および CTC 液: 4.5g の Acronize Bi (CTC 17.3, Ca acetate 23.6, Sea Kem type 15 58.5, Tween 80 0.6) を水道水に溶解し，普通の白氷の場合と同じように氷結し，300 封度の氷をつくつた。この氷は 5 ppm の CTC を含有するはずであるが，第 3 回試験の帰港時における氷中の CTC 濃度は 0.8 ppm であつた。第 1 回試験で浸漬および塗布に用いた CTC 液は，4 トンの海水に 400g の Acronize FD (CTC 10, citric acid 10, NaCl 78.2, Tween 80 1.0) を溶解した CTC 10 ppm の液で，第 2 回試験に用いた塗布液は同じようにしてつくつた CTC 100 ppm の液である。

3. 処理方法: 漁獲後直ちに鰓および内臓を除去した魚体をつぎに示す三つの方法で処理した。すなわち 4～5°C の CTC 液に 1～4 時間浸漬した後，全魚体をパーチメント紙および CTC 液に浸漬した布で巻き，魚艙に入れて CTC 氷で氷蔵した浸漬・氷蔵法，CTC 液を刷毛で全魚体に塗布した後，パーチメント紙および CTC 液に浸漬した布を巻き，CTC 氷で氷蔵した塗布・氷蔵法および全魚体をパーチメント紙および普通の布で巻いた後，CTC 氷で氷蔵した氷蔵法である。なお従来通り全魚体をパーチメント紙および布で巻いた後，白氷で氷蔵したものを対照とした。

4. 氷蔵期間および場所: いずれの試験でも操業初期にえたキワダマグロを CTC 処理し，第 1 回試験では 3 月 23 日に神奈川県 三浦市に陸揚げするまでの 45～50 日間，第 2 回試験は 9 月 16 日までの 56～60 日間，第 3 回試験は 12 月 23 日までの 26 日間魚艙内で氷蔵した。魚艙内部は Fig. 1 の a および b に示すように厚板で 6 室に仕切つてある。したがつて下段は上段よりも，また同じ段でも下部は上部よりも汚染されるし，下部の魚は上部の魚，魚箱および氷等で圧されるので鮮度が低下しやすい。因つて各試験区と対照区を同魚艙の同段同位部に氷蔵することが望ましいが，第 3 回試験以外は作業の点から計画通りに同段同位部に試料を貯蔵することができなかつた。第 1 回試験では Fig. 1 の a に示すように浸漬・氷蔵区を左舷の上段下位部 (D)，下段上位部 (E) および両舷の下段下位部 (F) に，塗布・氷蔵区を右舷の上段下位部 (D′) および下段上位部 (E′) に，氷蔵区を両舷の上段中位部より上 (B および C) に，白氷の対照区を中央上段の最上位部 (A) にバラ積みのまま氷蔵した。第 2 回試験では Fig. 1 の b に示すように氷蔵区を右舷の下段中位部 (H) に，塗布・氷蔵区を左舷の下段中位部 (I) に，対照区を中央下段の上位部 (G) にバラ積みのまま氷蔵した。

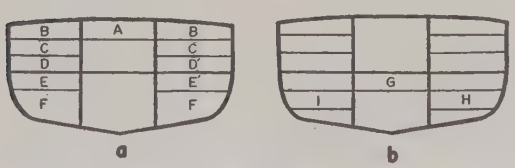


Fig. 1. Position of sample fish stored in hold. Position A: held in plain ice, B: in CTC-ice, C: in CTC-ice, D and E: in CTC-ice after being smeared with 10 ppm CTC, D′ and E′: in CTC-ice after dip in 10 ppm CTC, F: in CTC-ice after dip in 10 ppm CTC, G: in plain ice, H: in CTC-ice, I: in CTC-ice after being smeared with 100 ppm CTC.

5. 鮮度判定および CTC 量測定: 陸揚げ後，直ちに各区より約 30 尾づつのマグロを任意にとりだし，尾部肉を品質鑑定および揮発性塩基窒素 (VBN) の測定に供した。Table 1 に示すように鮪肉の VBN は魚体部位によつて非常に異なり，尾部肉の VBN は常に背肉のそれより多い。その理由は恐らく試料とした背肉は普通肉であつたが，尾部肉は腐敗し易い血合肉が相当量を占めていたこと，また漁獲後魚艙へ搬入する時，尾部に wire rope をつけてつるすので，尾部が傷んだためであろう。したがつて尾部肉は鮮度測定の試料としては不適当であつたけれども，本研究では適当な肉を採取することができなかつたので，尾部肉を試料とすることにした。

Table 1. Volatile bases nitrogen content in various parts of yellowfin muscle.

No. of sample	1	2	3	4	5
Position of sample flesh \ Date of estimation	X/25	XI/12	XI/12	XI/12	X/25
	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%
Back { front	24	31	46	39	
Back { central	18	43	40	44	48
Tail	38	42	54	50	71
Belly	35	46	45	41	73

現在鮪の鮮度を判定するに適当な化学的方法がなく，VBN を鮪の鮮度判定に用いることは問題である。しかし deaminase 作用力が低下したと考えられる長期冷蔵後における肉の VBN 値は，細菌による鮮度低下と平行するのではないかと考え，著者等は肉の VBN を鮮度判定の一資料とした。VBN の測定は CONWAY の微量拡散法[2] によつた。すなわち肉 16g に水 100cc を加え，ミキサーで細切した後，7% 三塩化酢酸 50cc を加えて除蛋白した沪液を定量に供した。

第 2 回試験の途布氷蔵区より 2 尾を選びだし，魚体各部の皮下 1cm の肉および腹部皮中の CTC 量ならびに煮沸後の CTC 残存量をつぎに記した GRADY 等[3] の pad-plate 法を著者等が変改した方法[4] により測定した。変改法はバット (35×27cm) に流し固化した寒天上にガラス板をおき，その上に予め用意した *B. cereus* No. 5 の胞子懸濁液を加えた培地 (ペプトン 6g，酵母エキス 3g，肉エキス 6g，KH_2PO_4 3g，グルコース 1g，寒天 1g，H_2O 1*l*，pH 5.8 に調整) の 130cc を流し固化する。ついで魚肉 20g に 100cc の塩酸アセトン液 (アセトン 65，4_n HCl 5，H_2O 30) を加えて CTC を抽出し，これを NaOH で pH 4.2 に調整する。一方塩酸アセトン液 (pH 4.2) に一定量の CTC を加えて標準液を準備する。n-KH_2PO_4 に浸漬乾燥した円形沪紙 (Carl Schleicher and Schuell 740 E，直径 1/4 inch) をこれらの抽出液ならびに標準液に漬ける。余分の液を除いた後，用意した寒天培地上におき，冷蔵庫 (5°C) 内に 1 時間放置した後 27°C の恒温器で 15 時間培養する。円形沪紙の周りにできた阻止帯の直径を測定し，標準液の阻止帯直径からえた標準曲線より CTC 濃度を求める。この方法によれば 0.0065 mcg/cc (0.04 mcg/g tissue) まで測定することができる。

なお第 1 回試験の場合は三崎において 3 月 24 日より 3 月 30 日までの間に，第 2 回試験の場合は試料を急速凍結して東京に輸送し，9 月 18 日から 21 日までの間に，第 3 回試験の場合は三崎において 12 月 23 日に測定した。また第 2 回試験では各区より 1 尾づつ選び，冷蔵庫 (0～15°C) に放置して保蔵試験を行なつた。

結果および考察

1. 陸揚げ時の鮮度: 第 1 回試験では各試験区の貯蔵場所が異なつたので，まず貯蔵場所の近い区を比較し，ついでその比較結果を結びつけて CTC 氷，浸漬法および塗布法の効果を判定した。Fig. 1 の a に示す魚艙の上段最上部 (A および B) に置いた CTC 氷蔵区 (氷蔵区と略記) と白氷で氷蔵した対照区の陸揚げ時における VBN を比較すると，Table 2 に示すように氷蔵区の VBN は，対照区の 20.9 mg% に対し 18.8 mg% であつた。また両試験区の VBN の差に対する t 検定の結果は 5% の危険率で有意の差が認められた。しかし Table 2 に示した業者の品質鑑定値では氷蔵区の値と対照区のそれとの間には差が認

Table 2. Volatile bases nitrogen content and quality after landing of flesh of CTC-treated yellowfin.

Date of landing No. of group	Treatment: Ice for storage	Treatment: Dip or smear	Position of sample in hold†	Date of capture	No. of sample: total	No. of sample: alive	Volatile bases N: mg%	Volatile bases N: "t"§ test	Average price Yen/kg. All the samples	Average price Yen/kg. Alive only
1st Exp. (landed on III/23 '56) 1	plain ice		A	II/7	28	0	20.9±0.8§§		87	
2	CTC ice		B	II/7	30	0	18.8±0.5	2.26*	86	
3	CTC ice		C	II/6	29	0	22.6±0.6		88	
4	CTC ice	smeared with 10 ppm CTC.	D, D′	II/2,3, 6,7	28	0	19.8±0.7	3.04**	94	
5	CTC ice	1–4 hr.–dip in 10 ppm CTC.	E, E′	II/3,6	28	0	19.7±0.4	3.98**	92	
6	CTC ice	1–4 hr.–dip in 10 ppm CTC.	F	II/2,3	28	0	19.9±0.8	2.70**	96	
2nd Exp. (landed on IX/16 '56)	plain ice		G	XII/22	30	29	38.4±1.7		83	84
	CTC ice		H	XII/18	24	18	39.1±1.5		84	86
	CTC ice	smeared with 100 ppm CTC.	I	XII/19	26	13	34.4±1.3		79	87

† See Fig. 1. § $n=40\begin{cases}P=0.05,\ t_0=2.021\\P=0.01,\ t_0=2.704'\end{cases}$ $n=60\begin{cases}P=0.05,\ t_0=2.000\\P=0.01,\ t_0=2.660\end{cases}$

§§ Standard error of the mean

* t test for group 2 vs. group 1. ** t test for group 4, 5, 6 vs. group 3.

められなかつた。

つぎに魚艙の上段中位部 (C) の氷蔵区の VBN と上段下位部 (D および D′) および下段上位部 (E および E′) の塗布・氷蔵区および浸漬・氷蔵区，ならびに下段下位部 (F) の浸漬・氷蔵区の VBN とを比較すると，氷蔵区の 22.6 mg% に対し塗布・氷蔵区は 19.8 mg%，浸漬・氷蔵区は 19.7 mg% あるいは 19.9 mg% であつた。また塗布・氷蔵区および浸漬・氷蔵区の VBN と氷蔵区のそれとの差に対する t 検定の結果では 1% の危険率で有意の差が認められた。なお塗布・氷蔵区および浸漬・氷蔵区の業者による品質鑑定値は氷蔵区のそれより大きかつた。

以上大別して 2 箇所の異なる位置における比較を結びつけてそれらの効果を綜合比較してみると，CTC 氷は明らかに鮮度保持に有効であるが，魚体を CTC 液に浸漬するかあるいは CTC 液を魚体に塗布することによつてさらにその効果は増大するといえる。特に最も汚染されやすい魚艙の下段下位部に氷蔵した浸漬・氷蔵区の鮮度が，最も汚染され難い中央上段の最上位部に白氷貯蔵した対照区のそれよりきわめて良好であつたことは，CTC 処理の効果が非常に優れたことを示している。

第 2 回試験の陸揚げ時の鮮度は Table 2 に示すように，塗布・氷蔵区が良く，VBN は対照区の 38.4 mg% に対し，塗布・氷蔵区は 34.4 mg% であつた。しかし氷蔵区の VBN は 39.1 mg% で対照区と全く差が認められなかつた。また業者による品質鑑定値は Table 2 に示すように試験区の値はいずれも対照区のそれと比べて全く差がなかつた。したがつて第 1 回試験で CTC 処理が顕著な鮮度保持効果を示したのに対し，第 2 回試験ではほとんど効果を示さなかつた原因を探究するために漁獲時の記録を詳細に調べたところ，第 1 回試験では漁獲時に死亡していたマグロのみを試料に用いていたが，第 2 回試験では漁獲時に死亡していたものと，生存していたものとを各区それぞれ異なる割合で試料としていることがわかつた。すなわち対照区は生存鮪 29 尾に対し死亡鮪は 1 尾であつたが，塗布・氷蔵区は生存鮪 13 尾に対し死亡鮪は 15 尾であつた。一方水温が 25°C 以上もある印度洋で死後 5～20 時間も放置されたもの，および 30°C 前後の気温の洋上で甲板上に 1 時間も放置されたものの鮮度は，撲殺後直ちに冷却されたものの鮮度より非常に劣るであろう。したがつて試料の大半が生存鮪であつた対照区の鮮度と，死亡鮪が多い試験区の鮮度とに差がなくなることは当然であろう。この点を解明するために各区の品質鑑定値を生存鮪と死亡鮪とに分けて解析してみた。Table 2 に示すように，対照区の生存鮪 29 尾の平均品質鑑定値は 84 であつたのに対し，塗

布・氷蔵区の生存鮪 13 尾の平均値は 87，氷蔵区の生存鮪 18 尾の値は 86 で，いずれの試験区も生存鮪の肉質は対照区のそれより多少優れていた。死亡鮪については対照区の死亡鮪が 1 尾であるから試験区と比較することは無理である。以上の解析によつて死後冷却までに要した時間および放置条件によつて肉質が非常に異なるであろうことが予想されたので，第 3 回目の試験ではこの点について検討した。すなわち漁獲時生存していたマグロを撲殺後，直ちに予備冷却用食塩水 (5～4°C) に 1 時間浸漬した後，CTC 氷で氷蔵したものおよび撲殺後直ちに CTC 氷で氷蔵したものの陸揚時の肉質を撲殺後甲板上に 1 時間放置した後 CTC 氷で氷蔵したもの，および漁獲時に死亡していたマグロを予備冷却用食塩水に 1 時間浸漬した後 CTC 氷で氷蔵したもののそれと比較すると，Table 3 に示すように前者の肉質は後者の約 1.5～2.0 倍であつた。したがつてこのような鮮度試験を行なう場合には，条件を一定にするために生魚のみを試料とせねばならない。

Table 3. Effect of the condition after capture on quality of fish.

Status of fish when lifted	Treatment prior to storage in CTC ice	No. of fish	Average price Yen/Kg
alive	chilled in brine (4～5°C) for 1 hr. immediately after capture, and CTC-iced.	10	111
〃	held in CTC-ice immediately after capture.	10	108
〃	left on deck (30°C) for 1 hr. after capture, and CTC-iced.	10	67
dead	chilled in brine (4～5°C) for 1 hr. immediately after being lifted, and CTC-iced.	10	54

2. 0～15°C に放置した場合の鮮度の変化： 各区より 1 尾づつの小型鮪（体長 95～111 cm）を選び魚箱に入れて，試験魚には CTC 氷を，対照区には白氷をかけて 0～15°C の冷蔵庫に放置し，5～7 日毎に背部肉の VBN を測定した。なお試料は尾部から頭部へ向つて，左右の背肉より交互に 7～15 cm の間隔で採取した。保蔵試験の結果は Fig. 2 に示す通りで，塗布・氷蔵区の陸揚げ時の VBN は最も多く 26.3 mg% を示していたにかかわらず，その後の増加は緩慢で，40 mg% 以下に維持された日数は，対照の 17 日（漁獲後 79 日）に対し 45 日（漁獲後 110 日）であつた。なお氷蔵区の維持日数は 33 日（漁獲後 99 日）であつた。したがつて各試験区の陸揚げ後の鮮度保持効果は塗布・氷蔵区が 2.7 倍，氷蔵区が 1.9 倍となる。

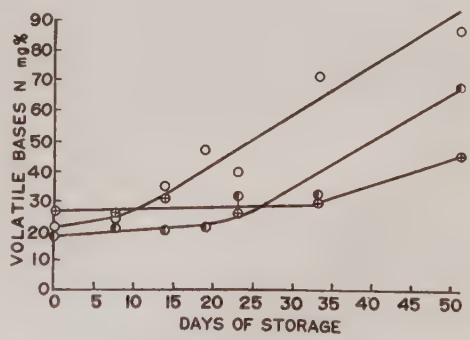


Fig. 2. Change in volatile bases nitrogen content during storage at 0～15°C after landing of yellowfin treated aboard with CTC.
○: control fish, ◐: CTC-iced fish, ⊕: CTC-smeared and CTC-iced fish.

3. CTC の魚体内滲透と加熱による破壊： 塗布・氷蔵した鮪の背部，尾部および腹部の皮下厚さ 1 cm の肉と腹部の皮の CTC 量を測定したところ，腹皮に 0.34 mcg/g，腹肉に 0.28～0.59 mcg/g の CTC が認められたが，他の部分には 0.04 mcg/g 以下であつた。ついで腹部肉片 37.5～40.0 g を 200 cc の煮沸水に入れて煮沸し，3 分後および 5 分後に肉および煮沸水中の CTC 残量を測定したところ，Table 4 に示すように CTC 残存量は 3 分後の肉中には煮沸前の CTC 量の 20～40%，5 分後の肉には 10% 以下であつた。また煮沸水中には

Table 4. CTC-residue in belly fillets after boiling.

Time of boiling	CTC mcg./g.		
	#1	#2	#3
0	0.28	0.45	0.59
3-minute	0.10	0.21	
5-minute	neg.*	neg.	neg.

* neg. means smaller than 0.04 mcg./g. sample.

常に CTC は認められなかつた。

結　　論

延縄でとれたキワダマグロを漁獲直後に CTC 処理し，約 45～60 日船内貯蔵後の鮮度および陸揚げ以後の鮮度変化について研究した。また長期間 CTC 氷で氷蔵した場合の CTC の魚体内滲透量，および滲透した CTC の加熱による破壊についても検討した。

1. 陸揚げ時の鮮度は2回行なつた試験のいずれの場合にも，10ppm の CTC を含む冷却海水に 1～4 時間浸漬した後，あるいは 10ppm または 100ppm の CTC 海水液を魚体に塗布した後，CTC 氷で氷蔵したものが最も良く，ついで CTC 氷のみで氷蔵したものの鮮度が良かつた。

2. 各区より1尾づつ選び 0～15°C の冷蔵室に放置した場合，VBN が 40mg% に達するのに白氷区は 17 日（漁獲後 79 日），塗布・CTC 氷蔵区は 45 日（漁獲後 110 日），CTC 氷蔵区は 33 日（漁獲後 99 日）を要した。

3. 漁獲時に生存していた鮪を撲殺後直ちに冷却し，CTC 氷で保蔵したものの肉質は，市場価格からみるときわめて良く，撲殺後1時間甲板上に放置したもの，および死魚を同様に処理したものの肉質に比べて 1.6～2.0 倍勝れていた。

4. 100ppm の CTC 液を塗布した後，約 60 日間 CTC 氷で氷蔵したキワダマグロの魚体各部の CTC 量は，腹部の皮に 0.34mcg/g，皮下厚さ 1cm の肉には 0.28～0.59mcg/g であつた。

5. 腹肉に滲透した CTC は3分間の煮沸で 60～80% が，5分間の煮沸で 90% 以上が破壊された。

終りに船上で試料をつくられた山口県漁業公社員天野卓郎氏，品質鑑定をされた相原寛治氏，試料の分析に協力された黒木俊一，野村稔，三ケ尻和男の各氏に感謝するとともに，本研究の遂行に多大の御支援を戴いた三浦市役所水産課，三崎漁業協同組合連合会製氷冷凍工場，東都水産冷凍工場ならびに CTC の試料を提供された日本レダリー KK に謝意を表する。

文　　献

1) 農林省統計調査部：ポケット農林水産統計 (1959), p. 244.
2) Conway, E. J.: *Micro-diffusion Analysis and Volumetric Error*, *rev. ed.*, 1947, D. Van Nostrand Co. Inc., New York, N. Y.
3) Grady, J. E., and W. L. Williams: *Antibiotics and Chemotherapy*, **3**, 158 (1953).
4) 米　康夫・三ケ尻和男・富山哲夫：1957 年 4 月　日本水産学会年会（東京都）で発表.

海水中のクロルテトラサイクリンの安定性および静菌効果

米　康夫・藤野清也・富山哲夫

日本水産学会誌
第二十六巻　第五号　別冊
昭和三十五年五月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 26, No. 5, May 1960.

海水中のクロルテトラサイクリンの安定性および静菌効果

米　康夫・藤野清也・富山哲夫

(1960 年 4 月 4 日受理)

STABILITY AND BACTERIOSTATIC EFFECT OF CHLORTETRACYCLINE IN SEA WATER

Yasuo Yone, Seiya Fuzino and Tetuo Tomiyama*

It has been well known fact that chlortetracycline (CTC) is very stable in acid solution but not in alkaline solution. The pH of sea water is near 8.0 or more, but it is obliged to use sea water for storage of fish aboard. The aims of this paper are to investigate the stability and the bacteriostatic effect of CTC in sea water. The results can be summarized as follows:

1. CTC was stable in sea water compared with CTC in phosphate buffer solution with pH 8.0 (Fig. 1).
2. The antibiotic was rapidly destroyed in effluent of sea water through a column of cation exchange resin (*H*), but very stable in percolate expelled with 2N hydrochloric acid (Fig. 2).
3. CTC was stable in magnesium sulphate and calcium acetate solutions (Table 1).
4. Bacteriostatic effect of CTC in magnesium sulphate solution containing Mg^{++} at equal level to the cation in sea water was equal to that of CTC in sea water (Table 3).
5. Bacteriostatic and preservative effect of CTC in sea water were recovered by addition of citric acid (Table 2 and Figs. 3, 4).
6. CTC was very stable in sea water containing citric acid (Table 4).

水産物の鮮度保持に対するクロルテトラサイクリン (CTC) の効果，組織への滲透および加熱加工による破壊等については，多くの人が研究している。しかし CTC の安定性についての研究はきわめて少くない。

CTC が酸性では安定であるが，中性からアルカリ性では不安定であることは良く知られているが，著者等は pH 8 以上の海水中で CTC が比較的に安定であることをしばしば認めた。因つて本研究ではこの事実を実験的に確かめ，さらにその原因を追究すると同時に，海水中の CTC の静菌効果並びにキレート剤による CTC の静菌効果の回復について検討した。その結果，海水中で CTC は安定であり，その原因が海水中の Mg, Ca 等の金属と CTC とのキレートであること，またクエン酸を使用することによつて海水中の CTC の静菌効果を回復することができることを明らかにした。

実 験 方 法

1. CTC: 医薬用クロルテトラサイクリン塩酸塩の純末を使用直前に溶解して用いた。

2. 海水: 供試した海水は福岡県粕屋郡新宮の突堤で採取した河川水の混入しない外洋水で，水重 1.03, pH 8.13 であつた。

3. 安定性試験: 10ppm の CTC 溶液 50cc を密栓した 100cc の三角フラスコに入れ，25°C のフラン器内に放置した。一定時間毎に試料を採取し CTC 量を測定した。試料の採取には CTC が海水中の金属と不溶性のキレートを形成し，ガラス壁に沈着する可能性があるので，マグネティック・スターラーで充分攪

* 九州大学水産化学教室 (Fish. Chem. Lab., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

(印刷費負担)

拌しながらピペットで採取した。

4. 供試細菌: 福岡県宗像郡津屋崎沿岸で底刺網を用いて漁獲したメバル，アイナメおよびカレイを，漁獲後直ちに滅菌シャーレに移し，7°C で3日間放置した後表面のネトより分離した菌の内，2種を採取後直ちに供試した。これらは同定するまで仮りに No. 13 および 14 と名付けた。この2種の菌を海水にペプトンを 0.5%，肉エキスを 0.2% 溶解した液体培地 (pH 7.6) で充分に繁殖させ，供試直前に滅菌した 3% 食塩水に懸濁して用いた。

5. 最小阻止濃度測定用基礎培地: 基礎培地にはペプトン 10g，肉エキス 10g を海水または 3% 食塩水 1*l* に溶解したものを用いた。

6. 最小生育阻止濃度 (MIC) の測定: CTC 濃度が 0, 1, 2, 3, 5, 10 および 25 ppm になるように，CTC の食塩 (海水) 溶液 1cc を加えた各種液体培地 (基礎培地に試料を添加したもの) 10cc に，先に準備した菌懸濁液 1cc を加え，25°C のフラン器で約 15 時間培養し，その濁度を日立光電光度計 EPO-B 型で測定し，濁度が急激に減少する CTC 濃度を MIC とした。

7. 揮発性還元物質 (VRS): サバ肉の鮮度測定に VRS を用いたが，その定量は富山・大山・池浦の方法[1] によつた。

8. CTC 定量: 海水および培地中の CTC の定量は，富山・小林・米の簡易 cylinder plate 法[2] により行つた。

実験結果および考察

(1) 海水中の CTC の安定性

海水，蒸溜水，pH 5.6 および pH 8 の $\frac{1}{100}$ M 燐酸緩衝液に溶解した約 10 ppm の CTC 溶液を 25°C で放置し，CTC 量の変化をみた。その結果は Fig. 1 に示すように，蒸溜水および pH 5.6 の燐酸緩衝液中の CTC はきわめて安定で，48 時間後のその破壊は 19 および 15% であつたのに対し，海水と同じ pH 8 にした燐酸緩衝液中の CTC の破壊は非常に早く，48 時間後にはほとんど完全に破壊された。一方海水中の CTC は 48 時間後に 40% が破壊されたにすぎず，海水中の CTC は比較的に安定であつた。

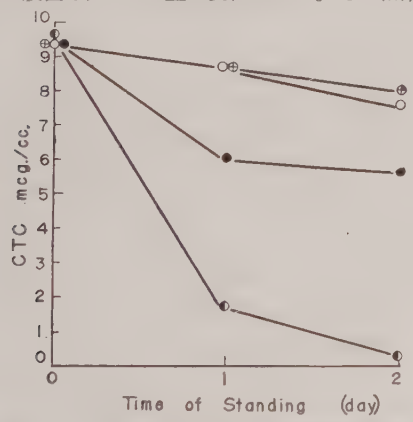


Fig. 1. Change of CTC content in sea water with time of standing at 25°C.
○ in distilled water (pH 5.6), ● in sea water (pH 8.0), ⊕ in pH 5.6 and ◐ pH 8.0 phosphate buffer.
CTC content was measured by practical cylinder plate assay method[2].

海水中で CTC が安定である理由に，CTC と海水中の金属とのキレートが考えられるので，つぎにイオン交換樹脂で処理した海水に CTC を溶解した場合の安定性について検討してみた。まず強酸性カチオン交換樹脂 H 型 (Diaion BK) を通した海水を定性分析したところ，流出液中には Cl^- および SO_4^{--} が検出されたが，Mg^{++}, Ca^{++} は認められなかつた。またカチオン交換樹脂吸着物を 2*n* 塩酸で浸出し，その浸出液を減圧濃縮してできるだけ塩酸を除いた後，交換樹脂に通す前の海水の容積に定容した。その浸出液中には Ca^{++} および Mg^{++} が検出された。因つて流出液と浸出液を苛性ソーダで pH 8 に調整し，これに CTC を溶解して 25°C で2日間放置した。放置中における CTC 量の減少を燐酸緩衝液 (pH 8.0) および海水に溶解した CTC の減少と比較したところ，Fig. 2 に示すように，流出液中の CTC はきわめて早く減少し，燐酸緩衝液 (pH 8) 中の CTC の減少とほとんど差がなかつた。一方浸出液中の CTC は非常に安定で，海水中の CTC の減少と差がなかつた。

以上の実験により海水中で CTC の破壊を防ぐ物質は，海水中のカチオンであることが明らかとなつたの

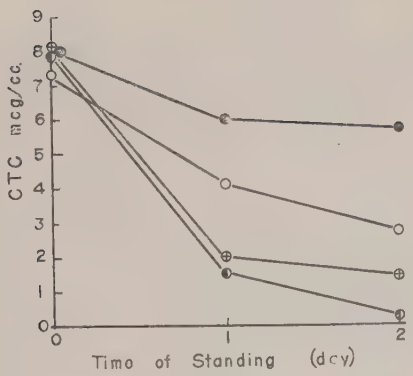


Fig. 2. Change of CTC content in effluent and percorate of sea water treated with cation exchange resine (Diaion BK) with time of standing at 25°C. ○ in sea water, ◐ in phosphate buffer (pH 8.0), ⊕ in effluent, ● in percorate.

Table 1. Change of CTC content in a 3% NaCl solution containing Mg^{++} and Ca^{++} at equal level to cations in sea water.

CTC solution	pH	CTC mcg./cc Initial	after 1 day	after 2 day
$\frac{M}{100}$ phosphate buffer	8.0	9.1	0.6	0.1
sea water	8.1	9.4	5.8	3.2
Ca acetate	8.2	9.1	5.4	4.3
$MgSO_4$	8.2	9.1	5.3	4.7

で，つぎに海水中に比較的多量に含まれ，CTC とキレート化合物をつくる Mg および Ca の水溶液中における CTC の安定性について検討してみた。すなわち海水中と同じ濃度の Mg^{++} および Ca^{++} を含有するように，硫酸マグネシウム 13g および酢酸カルシウム 1.8g を 1L の 3% 食塩水に溶解し，これに 10ppm の CTC を添加した。なお各溶液の pH を苛性ソーダおよび水酸化カルシウム溶液で 8.2 に調整した。これらの溶液を 25°C で 2 日間放置し，毎日の CTC の減少を測定した結果は，Table 1 に示すようで，硫酸マグネシウムおよび酢酸カルシウム溶液中の CTC の減少は，海水溶液中の CTC の減少とほとんど差がなく，pH 8 の燐酸緩衝液中の CTC に比べて非常に安定であつた。このような結果から海水中の CTC が安定な理由として，海水中の Mg^{++}, Ca^{++} と CTC とのキレートが考えられる。

（2） 海水中の CTC の静菌効果

(1) 項の実験で著者等は海水中の CTC がきわめて安定であり，その原因は CTC が海水中の Ca, Mg 等とキレート化合物をつくるためであることを明らかにした。一方 CTC の静菌作用は細菌の発育に必要な金属と CTC がキレートして細菌がその金属を利用できなくするためであるならば，海水に溶解した CTC の静菌効果は低下するであろう。したがつてその効果を回復するためには何等かの方法で，そのキレートをきれば良い。本研究はこのような考えから著者等はつぎに海水中の CTC ならびにクエン酸を用いた場合の CTC の静菌効果について検討した。すなわち実験方法の部に記載した方法で，海水基礎培地，クエン酸を添加した海水培地における 2 種の海洋細菌の MIC を測定した。2 回の実験で得た結果を示した Table 2 から明らかなように，クエン酸添加培地における MIC はクエン酸量 25ppm では，海水基礎培地のそれと差がないが，クエン酸を 225 ppm 添加するとその MIC は低くなつた。すなわち，いずれの菌でも，海水培地およびクエン酸 25 ppm 培地での MIC は 5～10 mcg/cc であつたが，クエン酸 225 ppm 添加培地での MIC は 3～5 mcg/cc であつた。この MIC の減少はクエン酸添加による培地の pH の低下によるのではないかとも考えられるが，この考えは海水培地の pH を塩酸で下げて クエン酸 225 ppm 培地の pH と同じにした場合の MIC が，海水培地の MIC とほとんど変らなかつたことから否定された。また各培地の pH が異るために，培養中における培地中の CTC の破壊が各培地により異り，そのために MIC に差が生じたのではないかとも考えられるが，培養後の各培地中の CTC 量を定量したところ，いずれの培地でも 15 時間培養後の培地中の CTC 量は，培養前に添加した量とほとんど変つていなかつた。したがつて CTC は海水中の Ca, Mg 等の金属とキレート化合物をつくり，安定となるが，その効果は低下する。そして，クエン酸の添加によつて，その効果は回復すると考えても差支えないであろう。さらにこの考えの正しいことを実証するために，海水中と同じ濃度の Ca および Mg を添加した 3% 食塩水培地に細菌を培養して，その菌の MIC を，Ca, Mg を添加しない 3% 食塩水基礎培地における MIC と比較した。その結果は Table

Table 2. Bacteriostatic effect of CTC in sea water with or without citric acid.

Bacteria*	CTC–sea water Addition	pH	Growth of bacteria (turbidity**%) CTC content in sea water (ppm) 0	1	2	3	5	10	25	Minimal inhibitory concentration (MIC)	Growth of bacteria (turbidity %) CTC content in sea water (ppm) 0	1	2	3	5	10	25	MIC
No. 13	none	7.8	50	44	37	—	34	7	4	5～10	100	100	100	100	100	90	25	25<
	HCl	5.7									100	100	100	100	100	100	0	10～25
	citric acid 25 ppm	6.0	60	55	60	60	41	9	3	5～10								
	citric acid 225 ppm	5.7	29	40	22	21	10	3	3	3～ 5	100	100	100	100	100	29	8	5～10
No. 14	none	7.8	21	21	19	19	17	7	7	5～10	70	58	28	53	11	5	0	5～10
	HCl	5.7									26	22	22	17	12	6	0	5～10
	citric acid 25 ppm	6.0	21	21	19	18	15	7	9	5～10								
	citric acid 225 ppm	5.7	18	17	17	14	6	5	5	3～ 5	25	29	24	13	5	0	0	3～ 5

* are marine bacteria isolated from the surface of flat fish spoiled in an aseptic case, and those have not been identified. Bacteria were grew in sea water containing 1% pepton and 1% beef extract for 15 hrs at 25°C. ** measured with photo-electric photometer.

3 に示すように 0.4 g/*l* の Ca^{++} および 1.3 g/*l* の Mg^{++} を含むように，酢酸カルシウムあるいは硫酸マグネシウムを添加した 3% 食塩水培地での MIC はいずれの菌も無添加の食塩水培地のそれより高いことを示している。特に Mg 添加培地での MIC は，海水培地でのそれとほとんど同じであつた。このことは海水中の Ca, Mg 等は CTC とキレート化合物をつくり，CTC の静菌効果を低下する。特に Mg のその作用は最も大きいことを示している。つぎに CTC 海水溶液で魚を処理した場合に，海水中の CTC の鮮度保持効果はクエン酸の使用によつて回復するか？ この点を検討するために 25, 50 ppm の CTC 海水溶液および 10, 40 および 90 ppm のクエン酸を添加した同濃度の CTC 海水溶液 2*l* に，それぞれ市販の 5 尾のサバを浸漬し，2～5°C の冷蔵庫に 5 日間放置して魚肉中の揮発性還元物質量 (VRS) を測定した。その結果は Fig. 3 および 4 に示すように，いずれの CTC 濃度でも，クエン酸の添加量が増すにしたがつてその鮮度保持効果が増大した。

Table 3. Bacteriostatic effect of CTC in a 3% NaCl solution containing Ca^{++} or Mg^{++} at equal level to that in sea water.

Bacteria	CTC solution	pH	Growth of bacteria (turbidity %) CTC content in solution (ppm) 0	1	2	3	5	10	25	Minimal inhibitory concentration (MIC)
No. 13	NaCl	6.0	32	5	0	0	0	0	0	0～ 1
	sea water	6.0	100	100	100	100	100	90	100	25<
	Ca acetate*	6.1	100	100	83	4	2	3	1	2～ 3
	$MgSO_4$*	6.0	65	73	52	50	45	41	9	10～25
No. 14	NaCl	6.0	12	2	0	0	0	0	0	0～ 1
	sea water	6.0	70	58	28	53	11	5	0	5～10
	Ca acetate*	6.1	21	9	3	2	0	0	1	1～ 2
	$MgSO_4$*	6.0	22	25	20	16	16	6	5	5～10

* Ca^{++} 0.4 g/*l*, Mg^{++} 1.3 g/*l*.

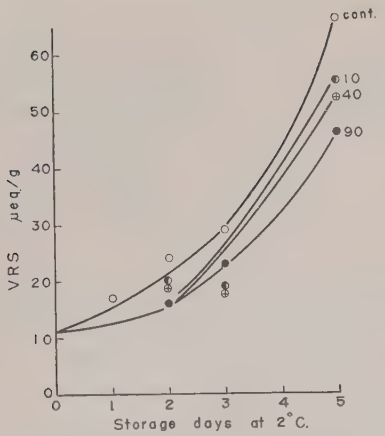


Fig. 3. Change of volatile reducing substances (VRS) in flesh of mackeral dipped in 25 ppm CTC–sea water with or without citric acid.
○ control (without), ◐ with 10 ppm ⊕ with 40 ppm, and ● with 90 ppm citric acid.
VRS was measured by TOMIYAMA et al's method[1].

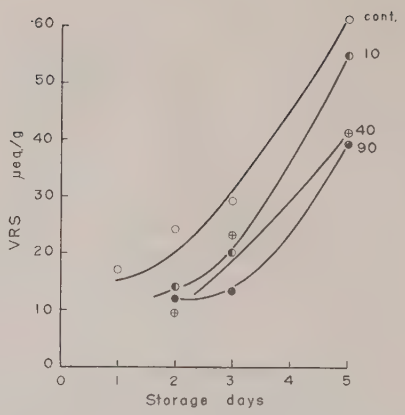


Fig. 4. Change of VRS in flesh of mackerel dipped in 50 ppm CTC-sea water with or without citric acid.
○, ◐, ⊕, ● and temp.: see Fig. 3.

(3) クエン酸海水溶液中の CTC の安定性

(2) 項の実験で海水中の CTC の鮮度保持効果は，クエン酸を使用することによつて回復することを確認したが，一方 (1) 項の実験では，海水中で，CTC は比較的に安定であり，その安定な理由は海水中の Ca, Mg 等の金属とキレート化合物をつくるためであることを認めた。したがつてクエン酸を使用することは，海水中の CTC を不安定にするのでないかと考えられる。因つて本研究ではクエン酸を添加した海水中の CTC の安定性について検討した。すなわち 10, 40 および 90 ppm のクエン酸海水溶液に 10, 25 および 50 ppm の CTC を溶解し，20°C で放置した。CTC 量の変化を毎日測定した結果を Table 4 に示した。これらの表から明らかなように，いずれの場合もクエン酸海水溶液中の CTC は安定で，海水中の CTC とほとんど変らない安定性を示した。

以上の実験結果から魚の鮮度保持に CTC の海水溶液を使用する場合には，CTC の 4 倍量以上のクエン酸を使用することが望ましいといえる。

Table 4. Change of CTC content in sea water with or without citric acid with time of standing at 25°C.

CTC–sea water			Concentration of chlortetracycline (mcg/cc)								
Amt. of citric acid added (ppm)		pH	10 ppm Initial	10 ppm after 1 day	10 ppm after 2 day	25 ppm Initial	25 ppm after 1 day	25 ppm after 2 day	50 ppm Initial	50 ppm after 1 day	50 ppm after 2 day
0	sea water	8.0	10.1	10.1	8.7	26.6	26.6	21.3	52.3	42.7	44.2
	phosphate buffer	8.0	4.4	2.7	1.5	14.6	21.3	9.2	61.0	47.9	20.5
10	sea water	7.7	10.2	8.0	7.3	26.6	34.6	25.3	42.7	47.9	40.9
40	sea water	6.4	10.2	9.4	8.7	28.0	35.9	17.3	52.3	47.9	43.6
90	sea water	6.1	9.4	8.7	8.7	33.3	28.0	21.3	52.3	47.9	52.3

結　　論

海水中の CTC の安定性および静菌効果について検討した結果はつぎの通りである。

1. CTC は海水中で比較的に安定である。

2. 海水中の CTC が安定な理由として，海水中の Mg^{++}, Ca^{++} 等のような金属と CTC とのキレートを考え，Mg^{++} が主な安定化物質であることを証明した。

3. CTC の静菌効果は Mg^{++} および Ca^{++} の存在によつて低下する。特に Mg^{++} の影響が大きい。

4. 海水中の CTC の静菌および鮮度保持効果はクエン酸の添加によつて回復する。

5. クエン酸を含有する海水中で CTC は安定である。

文　　献

1) 富山哲夫・大山重信・池浦一也: 本誌, **26**, 33 (1960).
2) 富山哲夫・小林邦男・米　康夫: 本誌, **24**, 937 (1959).

Fishery Research Laboratory

THE DEVELOPMENTAL STAGES OF NAUPLIUS LARVAE OF *PAREUCHAETA RUSSELLI* (FARRAN)

Fumihiko KOGA

日本水産学会誌
第二十六巻 第八号 別冊
昭和三十五年八月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 26, No. 8, August 1960.

THE DEVELOPMENTAL STAGES OF NAUPLIUS LARVAE OF *PAREUCHAETA RUSSELLI* (FARRAN)*

Fumihiko KOGA**

(*Received May 26, 1960*)

The pelagic copepoda are small crustacean averaging in size less than five millimeters, whose abundance is a measure of their importance as a direct source of food supply for the young of the commercial fishes. Their nauplius larvae are so abundant that they play an important rôle in the economy of the sea. It is ardently necessary to study further on life history of the important species among the copepoda found in the waters surrounding Japan. But owing to the fact that the nauplius larvae are very small in size and differ in shape from that of adult, the nauplii have been remained for a long time untouched. The nauplius stages of *Euchaeta* have been described by CAMPBELL (1934)[1] and NICHOLLS (1934)[5]. The present paper deals with the larval development of *P. russelli* (FARRAN). The species (3.14–4.06 mm.) is one of large copepoda. FARRAN (1936)[2] described the species from the Great Barier Reef under the name *Euchaeta russelli* (GIESBRECHT). MORI (1936)[4] recorded the occurrence of *Euchaeata flava* GIESBRECHT from the neighbouring waters of Japan. But MORI's specimen is, as pointed out by TANAKA (1957)[6], identical with *Pareuchaeta russelli* (FARRAN). The species is common in the warm waters of Japan, and has been also recorded from Indian and Pacific Oceans.

The author wishes to thank Dr. O. TANAKA, the Director of the Fishery Research Laboratory of Kyushu University, for final critism and suggestions, Mr. S. SUEHIRO and Mr. T. SAWADA for laboratory facilities.

Materials and Methods

The adult female specimens of *P. russelli* were obtained from the region off Tsuyazaki, north-western Coast of Kyushu, where the warm Tsushima-current prevails, by vertical hauls of a Norpac-type plankton net designed for collecting macroplankton. The net is made of bolting silk GG-54 (mesh aperture approx. 0.33 mm.), the conical straining section measuring 180 cm. in lateral length, the mouth diameter is 45 cm.. *P. russelli* spawns in the north-western area of Kyushu from summer to early winter. The female carrying a egg-sac was immediately removed after gathering, and placed in the rearing jars filled with the water (Cl^-, 18.8‰). The temperature (16.6°C–17.8°C) of the jars was kept constant by running water surrounding the jars. As a

* Contribution from the Fishery Research Laboratory, Kyushu University.
** The Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyushu University.

food *Skeletonema costatum* (Greville) was added in rearing jars, but there was no indication that the larvae fed upon it.

Egg and Breeding

The number of eggs produced by a female per brood ranged from 17 to 22, with an average of 19.9 eggs. The number of eggs produced under starved condition decreased to about 2–3 eggs per sac. Marshall and Orr (1955)[3] gave a full details of the effect of various kinds of food on spawning of *Calanus*. According to Nicholls (1934)[5] the number of eggs in one sac produced by *Euchaeta norvegica* Boeck was usually about 50. About a week after spawning the sac is thrown off and another batch may appear within 8 days.

The subspherical egg of *Pareuchaeta russelli* is 0.29 mm. in diameter. The egg of *Euchaeta norvegica* is according to Nicholls measured 0.4 mm. in diameter. The egg in the sac is bluish green in colour. As development proceeds the bluish green colour disappears. After 5–6 days, the abundant red oil-globules in the posterior region of the body give the embryo a reddish tinge. According to Campbell (1934)[1] *Euchaeta japonica* Marukawa retains blue colour of eggs till the Nauplius I. The hatching usually occurs within several hours after sunset. As soon as the nauplii burst out they were removed from their parent which feed upon them.

Nauplius larvae

A large number of nauplii were reared in the laboratory in December, 1958. The Nauplius I which hatched out at 8 p.m. on December 5th, is 0.41 mm. in the average length. Within 10 hours the specimen moults and develops into the next stage; the Nauplius II which has an average length of 0.42 mm.. Succeeding moults follow one another at every intervals of approximate 12 hours. The Nauplius III measures 0.44 mm.; the Nauplius IV 0.48 mm.; the Nauplius V 0.52 mm.; and the Nauplius VI 0.57 mm..

Viewed ventrally the Nauplius I is broadly oval, and slightly pointed anteriorly and quite rounded posteriorly; there are no hairs on the posterior end. In the succeeding stages the body assumes a more elongate form; ovoid in the Nauplius III and pyriform in the Nauplius VI owing to elongation of the posterior half. The abdomen does not definitely differentiate from the thorax until quite late in the developmental stages of nauplius.

The nauplius larvae retained reddish tinge in the posterior region of the body by the reddish oil-globules of various sizes. A small eye-spot is present in all stages. The gnathobase is represented by a slight protuberance on the mandibular coxa as the nauplius is fed by the plentiful supply of yolk. A slight indication of the rostrum can first be seen in the Nauplius III, but in *Euchaeta norvegica* it first is seen in the Nauplius IV.

One pair of feelers appears on the posterior margin of the body in the Nauplius

II. The feelers are about as long as or a little longer than the body. They are kept until the Nauplius VI, in which another two pairs of short ones appear. The feelers

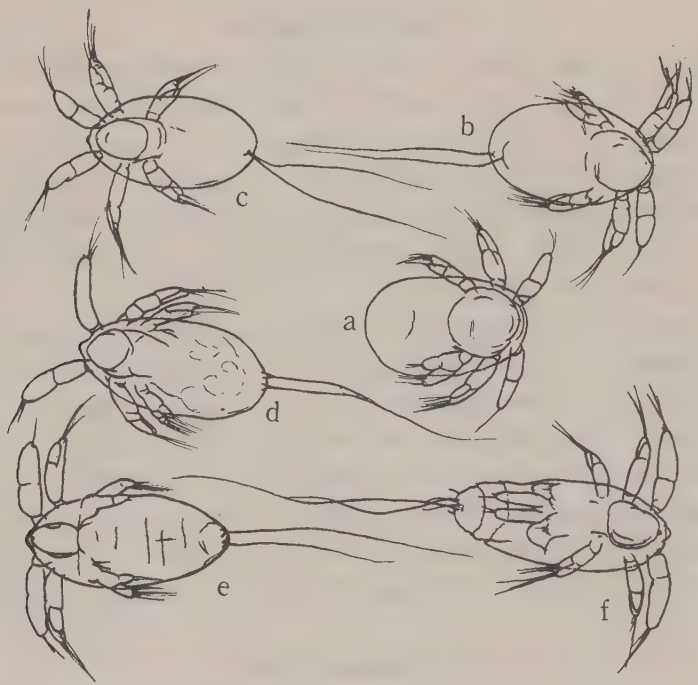


Fig. 1. Development of nauplius of *Pareuchaeta russelli* (FARRAN)
a–f, nauplius stage I to VI, ventral view. (×50)

of *Euchaeta norvegica* and *Pareuchaeta russelli* are very similar in structure. The feelers of *Euchaeta japonica* appear in the Nauplius II, the another two short hairs appear also in this stage and persist to the Nauplius VI.

The nauplii have three pairs of cephalic appendages. These appendages are small in comparison with the size of the body. The labrum surrounded by these appendages is conspicuous when viewed from the ventral. The antennule (Fig. 2, a–f) is composed of three segments in each stage. The antenna (Fig. 2, g–l) consists of a coxa, basipodite, unsegmented endopodite and segmented exopodite; the coxa lacks armature. In the maxillule (Fig. 2, s) the inner lobe bears three short terminal setae and a number of setae on inner margin; the outer lobe of exopodite bears six setae. The maxilla (Fig. 2, t) is imperfectly divided into lobes, but it is difficult to distinguish the number of setae furnished on the lobes. The maxilliped (Fig. 2, u) is an elongated lobe with two large terminal setae. The first leg (Fig. 2, v) is not yet differentiated; there are three satae on each end of the endopodite and exopodite. The second leg (Fig. 2, w) is an appendage similar in shape to the first leg, the endopodite bears only two setae.

24–30 hours elapse before the final nauplius moults and develops into the Copepo-

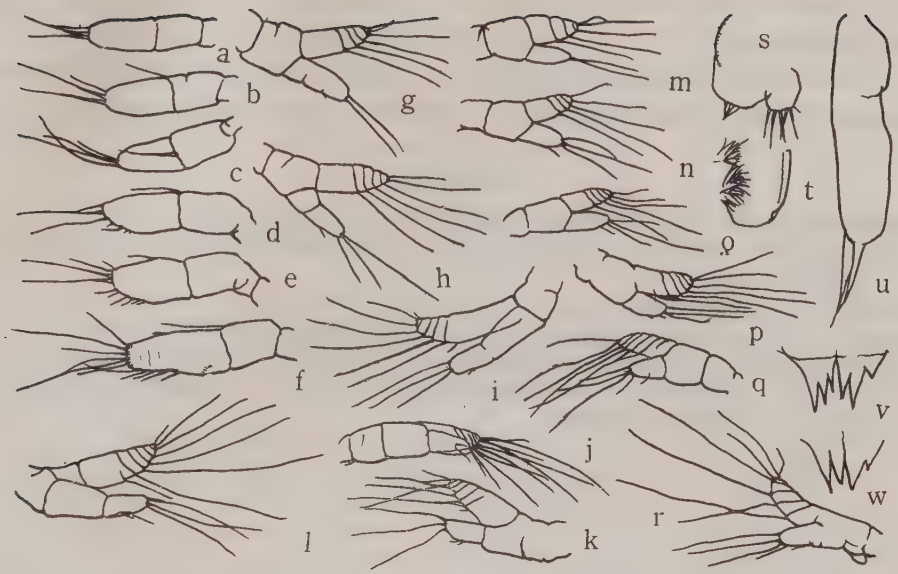


Fig. 2. Development of appendages of *Pareuchaeta russelli* (FARRAN)
a, g and m, nauplius stage–I antennule, antenna and mandible,
b, h and n, nauplius stage–II antennule, antenna and mandible,
c, i and o, nauplius stage–III antennule, antenna and mandible,
d, j and p, nauplius stage–IV antennule, antenna and mandible,
e, k and q, nauplius stage–V antennule, antenna and mandible,
f, l, r, s, t, u, v and w, nauplius stage–VI antennule, antenna, mandible, maxillule, maxilla, maxilliped, first leg and second leg.
a–r (×110), s–w (×230)

dite I, and this period appears to be the critical causing a striking change in the development of *P. russelli*: the animal increases in length by more than one and half the last nauplius. All of the cephalic appendages and two pairs of thorasic appendages are present. Almost all of the larvae survived to the Copepodite I.

Summary

1. *Pareuchaeta russelli* is one of the common species in the warm waters of Japan.

2. The eggs are carried in the egg-sac attached to the genital pore until they are hatched.

3. The subspherical egg of *P. russelli* is measured 0.29 mm. in diameter. The number of eggs in one sac is usually about 20. The sac is thrown off after spawning and within 8 days the next batch may appear.

4. The eggs in sac and in ovary are bright bluish green in colour, but the red oil-globules give the embryo a reddish tinge at time they emerge.

5. It appears that *P. russelli* passes through its nauplius stages without feeding, because it has the plentiful supply of yolk to pass through its nauplius stages.

6. There are six nauplius stages. The total durration of the nauplius stage was usually about 4 days.

7. 24–30 hours elapse before the final nauplius moults and develops into the Copepodite I, and this period appears to be most critical in the development.

References

1) CAMPBELL, M. H.: *J. Biol. Boad. Canada*, (1), 1–65 (1934).
2) FARRAN, G. P.: Copepoda. Greast Barrier Reef Expedition, 1928–29. *Sci. Repts.*, **5** (3), 73–142 (1936).
3) MARSHALL, S. M. and A. P. ORR,: Biology of a marine copepod. (1955).
4) MORI, T.: The pelagic copepoda from the neighbouring waters of Japan. (1936),
5) NICHOLLS. A.G.: *Proc. Roy. Soc.* Edinb. **54** pt. 1 (4), 31–55 (1934).
6) TANAKA, O.: Zooplankton in the warm Tsushima-current. The pelagic copepoda in the Japan Sea—I. (1957). (in Japanese).

Centropages abdominalis SATO のノープリアス幼生*

古賀文洋

(1960 年 7 月 1 日受理)

THE NAUPLIUS LARVAE OF *CENTROPAGES ABDOMINALIS* SATO

Fumihiro KOGA**

The Copepoda nauplii are herbivore, preyed by the larvae of Pisces, Crustacea, Sagittoidea and the others which prey upon the nauplii. They may assume an important rôle in the food chain in the sea.

Centropages abdominalis SATO occurs usually in rather large numbers in January, in the north western coast of Kyushu. In this season the plankton community is dominated by Bacillariaceae, especially by *Thalassiosira subtilis* (OSTENFELD).

In rearing the female specimens of *C. abdominalis* were placed in the jars filled with the water (Cl^-–19.06‰). *Skeletonema costatum* (GREVILLE) and *Stephanophixis palmeliana* (GREVILLE) GRUNOW were placed in the jars for a fresh supply of the food or oxygen.

The number of eggs produced by *C. abdominalis* ranged from 120 to 130 with an average of 122 eggs per brood. The egg is semitranslucent with light green in colour. The pelagic egg is 0.075 mm in diameter having many setae on the surface. The length of the setae is from 0.02 mm to 0.04 mm. The egg is very similar to *Haliocladus* (Radiolaria) in structure.

The nauplius is pyriform, and slight pointed posteriorly and quite rounded anteriorly. The nauplius retains red brown in the posterior region. The dark red eye-spot is comparatively large at the proximal portion of the rostrum. The nauplius is very similar in structure to that nauplius of *Centropages hamatus* (LILLJEBORG) described by M. OBERG (1906). After hatching, the larva developed into the nauplius VI which is the final stage of nauplius within about 10 days at the water temperature 15.4°C.

暖流系浮游生物は九州北西岸では 11, 12 月に多数出現するが，1 月になるとこれらはほとんど消滅し，代つて硅藻類特に *Thalassiosira subtilis* (OSTENFELD) が非常に増大する。この時一時的に copepoda の *Centropages abdominalis* SATO が増加する。*Centropages abdominalis* は沿岸性で冷水系に属し，北海道近海では夏季に出現し，九州北西岸では冬季に出現する。MORI (1936)[1] は北海道近海で本種を採集している。

Copepoda の nauplii は草食動物であり，Pisces, Crustacea, Sagittoidea を初め多くの種類の幼生の餌料として重要であり，海洋の生産機構に重要な役割をなしている。Nauplius の形態は親とは全然異なり，その間の関係を知ることはきわめて困難である。この関係を明らかにするには親を採集して飼育し，産卵孵化させるかあるいは天然で採卵し，親まで飼育することが必要である。Copepoda の場合は前者が多く採用されている。著者も前者を採用した。

材料および方法

採集した *Centropages abdominalis* SATO を予め沪過海水を入れた 500 ml 容量の広口瓶中に移した。

---

* 九州大学農学部附属水産実験所業績

** 九州大学農学部水産学科 (Dept. Fish., Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

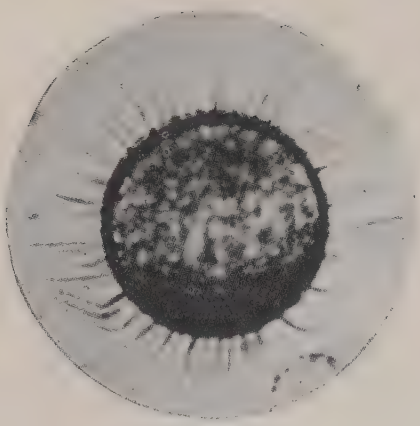


Fig. 1. The egg of *Centropages abdominalis* SATO. × 400.

その際1個の飼育瓶中に1個体を入れるようにした。産卵後卵と親とは別の容器中に分離した。水温は 15.4°C に保ち，塩素量は 19.06‰ である。餌料及び酸素補給のため予め培養しておいた *Skeletonema costutum* (GREVILLE) および *Stephanophixis palmeliana* (GREVILLE) GRUNOW を投入した。

結　果

卵 (Fig. 1)

Centropages abdominalis の産卵数は 120～130 個で平均 122 個である。卵は直径 0.075 mm で表面に多くの刺毛を持ち，刺毛の長さは約 0.02～0.04 mm の浮游性卵である。その形態は丁度 Radiolaria の *Haliocladus* に極似している。1個体の親より得られた卵においてもその刺毛にさまざまの変化が見られる。たとえば刺毛の先端が真直なもの，弯曲したもの，先端が 2～3 個に分岐したもの，また1個の卵においても一部分の刺毛は真直に伸びているが，他の部分の刺毛はその先端が分岐しているものなどが存在する。

Nauplius larvae (Fig. 2)

体形は卵円形である。体の前縁に半円状の rostrum が突出し，その基部に赤い眼点が存在する。腹側前方に labrum があり，その周囲に3対の附属肢が存在する。Nauplius は体後半が赤褐色であるが，他の部分は無色透明である。

Nauplius 期には 6 stages がある。その期間の長さを 1960 年1月 10 日に産卵させて得た卵について観察した。ある卵は1日目の翌1月 11 日の早朝に孵化し Nauplius stage I になつたが，ある卵は産卵後2日目に孵化した。以後は生育の早い

Fig. 2. Seven nauplii in six stages of *Centropages abdominalis* in ventral view. × 150. 1-3, Stage I-III; 4a, 4b, Stage IV; 5, 6, Stage V-VI.

個体について nauplius の各期間と体長を見た (Table 1)。

Table 1. The duration and the size of nauplius of *Centropages abdominalis* SATO.

Stage	Egg	Nauplius I	II	III	IV	V	VI
Date (1960)	Jan. 10,	Jan. 11,	Jan. 12,	Jan. 14,	Jan. 16,	Jan. 20,	Jan. 22,
Duration	0.5 day	1 day	2 days	2 days	4 days	2 days	—
Size in mm.	0.075	0.10	0.143	0.187	0.223	0.256	0.284

Nauplius の附属肢 (Fig. 3)

C. abdominalis の nauplius の各附属肢は M. OBERG (1906)[2] によつて記述された *Centropagidae* の *Centropages hamatus* (LILLJEBORG) のそれと非常に類似している。

Antennule (第1触角) (Fig. 3, 1-6): 各期はいずれも3節よりなる。第1節には短い刺毛があるが, stage IV 以後消失する。第2節端末にある1刺毛は各期に見られる。これは *C. hamatus* および M. JOHNSON (1934)[3] の *Tortanus discaudatus* (THOMPSON and SCOTT) では2個である。端節の刺毛は stage I で3個, stage II では短い1刺毛が更に生じて4個となる。Stage II 以後末刺数は増加しないが, 端節背側に刺毛が生じ, stage III で2個, stage IV で4個, また stage V, VI では6個である。なお stage VI で背側と先端部に小棘が生じる。

Antenna (第2触角) (Fig. 3, 7-12): 底節, 基節, 内肢 (endopodite) と外肢 (exopodite) よりなる。Stage I-III の底節内側に2個の刺毛があるが, これは stage IV-VI では4個となる。基節基部の長い刺毛は各 stage にみられ, 基節中央部の1刺毛は stage IV 以後2個となり, また内側上縁に1個の刺毛がある。内肢内側中央部には stage II, III で2個, stage IV で3個, また stage V, VI では4個の刺毛がある。末刺は stage I で2個, stage II で3個, stage III, IV で4個, また stage V, VI では4個の刺毛と1個の短刺毛よりなる。外肢は stage I では3節で端節に2個, 他節にはおのおの1個の刺毛を有す。Stage II は5節で端節に2個の末刺, 他節に各1個の刺毛を有す。Stage III は6節で端節に3個, 他節に各1個の刺毛がある。Stage IV, V もまた6節で端節に3個の末刺, 第1節に2個, また他節に各1個の刺毛がある。

Mandible (上顎) (Fig. 3, 13-18): 底節, 基節, 内肢および外肢よりなる。底節の内側に stage II, III では短い1個の刺毛がある。これは stage IV-VI では太く長い masticatory process となる。基節内縁には stage II, III で3個の刺毛, stage IV-VI では4個の刺毛が存在する。内肢内側基部の膨出部の刺毛は *C. hamatus* は stage II ですでに4個であるが, これは stage II, III では3個, stage IV-VI で4個である。内側中央部に2個の刺毛が各 stage にあり, 末刺は stage I に2個, stage II-VI では4個である。外肢は stage I-IV までは3節で, 端節に3個の刺毛があり, 他の各節には1個の刺毛がある。Stage V, VI は4節で, 端節に2個の刺毛, 他の各節には1個の刺毛があり, stage VI の外肢第1節には2個の刺毛がある。

Maxillule (第1下顎) (Fig. 3, 19-21): 内, 外葉 (inner, outer lobe) がある, *C. hamatus* 同様 stage III でその存在を僅かに認めうる。Stage IV で内葉には4個, 外葉には3個の刺毛がある。Stage V では内葉に6個, 外葉に5個, stage VI では内葉内縁に4個の短い刺毛, やや長い3個の刺毛更に1個の長い刺毛があり, 外葉には8個の刺毛がある。

Maxilla (第2下顎) (Fig. 3, 22): Stage V で僅かに認められる膨出葉にすぎないが stage VI では8個の刺毛を認め得る。

Maxilliped (顎脚) (Fig. 3, 23): Maxilla 同様 stage V では小さな膨出葉であるが, stage VI では外縁に短い1個の刺毛, 端部に2個の刺毛がある。

Fig. 3. Appendages of the nauplii of *Centropages abdominalis*. × 300.
1-6, The antennules of stage I-VI; 7-12, The antennae of stage I-VI; 13-18, The mandibles of stage I-VI; 19-21, The maxillules of stage IV-VI; 22, The maxilla of stage VI; 23, The maxilliped of stage VI; 24, 25, The first and second legs of stage VI.

First leg (Fig. 3, 24): Stage V で僅かに認め得る。Stage VI では内，外葉が識別され，内葉に 3 個，外葉に 5 個の刺毛がある。

Second leg (Fig. 3, 25): 1st leg と同様で，stage VI で内葉に 2 個，外葉に 3 個の刺毛がある。

Gnathobase: 最初 mandible の底節に棘として存在するが，stage IV で masticatory process となり，stage V，VI ではその masticatory edge に不完全な歯がみられる。

Caudal armature: Hair と hook がある。Hair は各 stage に 1 個の ventral hair, dorsal hair がある。Hook は stage III で腹部と尾部におのおの 1 対が生じ，以後これは変化しない。

終りに臨み，懇篤なる指導と校閲の労をとられた田中博士に心から拝謝する。なお実験に際し多大の便宜を与えられ，有益なる助言をいただいた末広，沢田両氏に厚く敬意を表する。

要　　約

1. *Centropages abdominalis* は九州北西岸の 1 月の plankton community に重要な役割をなす。

2. 卵は直径 0.075 mm の薄緑の半透明卵で，産卵数は 120～130 個，平均 122 個である。卵の表面に多数の刺毛があり，Radiolaria の *Haliocladus* に極似している。

3. Nauplius の体形は卵円形で，体色は体後半が赤褐色で他部は無色透明である。赤褐色の眼点は比較的大きく rostrum 基部にある。この nauplius は *Centropages hamatus* の nauplius に極似している。

4. 孵化した larva は 10 日後最後の nauplius stage すなわち stage VI に成長した。

文　　献

1) MORI, T.: The pelagic copepoda from the neighbouring waters of Japan. 1936.

2) OBERG, M.: Die Metamorphose der Plankton-Copepoden der Kieler Bucht. *Wiss. Meeresunters.*, N. S., Abt. Kiel, **9**: 39～103, 1906.

3) JOHNSON, M. W.: The life History of the Copepod *Tortanus discaudatus* (THOMPSON and SCOTT). *Biol. Bull.*, **67**: 182～200, 1934.

海藻の腐敗中に出現する酵母について

末　広　澄　夫

Studies on the yeasts developing in putrefied marine algae

Sumio Suehiro

九州大學農學部學藝雜誌, 第17巻 第4号, 別刷, 昭和35年3月31日

Reprinted from the Science Bulletion of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, vol. 17, no. 4, March 31, 1960

海藻の腐敗中に出現する酵母について

末　広　澄　夫

Studies on the yeasts developing in putrefied marine algae

Sumio Suehiro

緒　　言

海水中にかなりの量，種類の酵母が存在することは以前から知られている．Waksman[1]は海洋中に見出される酵母は *Torula* が多いがそれらの海洋中における役割は不明であると述べ，ZoBell[2]は海洋中の酵母の数は陸地との距離に無関係で，陸地の影響のない大洋中では酵母の方が細菌よりも多い場合もあつたと述べている．Phaff ら[3]はメキシコ湾のエビから *Rhodotorula* 11種，*Trichosporon* 9種，*Torulopsis* 3種，*Pullularia* 4種，*Candida* 6種，*Hansenula* 2種を分離した．Wood[4]は魚，海泥，海水から 27株の赤色酵母，3株の白色酵母，3株の黒色酵母を分離している．

著者は海藻に付着している酵母の分離に従事中，海藻が腐敗すると酵母の数が激増することを知り，それらの酵母の増減の状態及び分離した酵母の性質を調べ若干の結果を得たので報告する．

実　　験

I. 酵母の分離方法及び結果

海藻を採集後（採集地は福岡県糸島郡北崎村の海岸で博多湾口にある）直ちにその 15～20 g を 300 cc 容の殺菌した綿栓三角フラスコに入れ，その場の海水を 150～200 cc 入れ 20°C に保つた．それから1週間または2週間おきにその中の酵母数を麦芽汁寒天培地（B11g. 8°）を用い常法により調べた．その際細菌の増殖を抑えるため培地に予め 35 p.p.m. のクロールテトラサイクリンを加えた．[5] 20°C，5日間培養後出現した集落数を数え，異種の集落から釣菌して分離した．その際可及的に多数の集落を検鏡したが細菌の集落は皆無であつた．分離した酵母は数回平板培養した後，小滴培養法により純離し，整理した結果6種となつた．

供試海藻は緑藻6種，褐藻 12種，紅藻7種計 25種である（Table 1）．これらの中で腐敗中に酵母の出現したものは緑藻ではミル，アナアオサ，アオノリ属の一種，褐藻ではイソモク，ウミトラノオ，ヒジキ，ワカメ，イシゲ，カヤモノリで紅藻からは分離出来なかつた．これらの海藻はどの時期に採集して腐敗させても常に酵母が現われるのではなく，海藻の種類によりその時期は一定しているようである．即ちイソモク（Table 2），ウミトラノオ（Table 3），ワカメ（Table 4），ヒジキ（Table 5）等は主として4月，アナアオサ（Table 6）は 4,5月，イシゲ（Table 7）は4～7月，ミル（Table 8）は7月に夫々

Table 1. Tested marine algae.

○ *Enteromorpha* sp.
アオノリ属の1種
E. linza
ウスバアオノリ
Cladophora sp.
シオグサ属の1種
C. sp.
シオグサ属の1種
○ *Ulva pertusa*
アナアオサ
○ *Codium fragile*
ミル

○Showing marine alga in which yeasts developed when it was putrefied.

○ *Scytosiphon lomentaria*
カヤモノリ
○ *Sargassum hemiphyllum*
イソモク
S. serratifolium
ノコギリモク
S. confusum
フシスジモク
S. horneri
アカモク
○ *S. thunbergii*
ウミトラノオ
Tinocladia crassa
フトモヅク
Endarachne binghamiae
ハバノリ
Myelophycus caespitosus
イワヒゲ
○ *Ishige okamurai*
イシゲ
○ *Hizikia fusiforme*
ヒジキ
○ *Undaria pinnatifida*
ワカメ

Polysiphonia sp.
イトグサ属の1種
Grateloupia filicina
ムカデノリ
Dasya sp.
ダジア属の1種
Laurencia okamurai
ミツデソゾ
Gelidium amansii
マクサ
Carpopeltis affinis
マツノリ
Porphyra tenera
アサクサノリ

Table 2. Number of yeasts per 1 g of putrefied *Sargassum hemiphyllum* in which they developed.

Date of collection \ Days	2	7	11	13	18	20	25
5th. Apr. 53	—	400–700	5,000–6,000	6,500–9,000	—	60,000–75,000	130,000–160,000
6th. Apr. 54	50–200	5,000–6,000	—	—	95,000–140,000	—	65,000–90,000
2nd. May 54	—	0	—	0	—	0	0
3rd. June 54	0	—	—	0	—	0	0
20th. Nov. 54	—	0	—	—	0	—	0

Table 3. Number of yeasts per 1 g of putrefied *Sargassum thunbergii* in which they developed.

Date of collection \ Days	2	8	13	20	30	70
5th. Apr. 53	—	1,500–2,000	1,300–2,000	4,500–5,000	9,000	—
6th. Apr. 54	100–150	150–300	30,000–45,000	35,000–45,000	—	40,000 55,000
3rd. June 54	—	250–300	—	200–300	—	—
6th. Nov. 54	—	0	—	0	0	—

Table 4. Number of yeasts per 1 g of putrefied *Undaria pinnatifida* in which they developed.

Days / Date of collection	9	13	18	25
5th. Apr. 53	150–250	2,500–3,000	5,000–6,000	7,500–9,000
2nd. May 54	0	0	0	0

Table 5. Number of yeasts per 1 g of putrefied *Hizikia fusiforme* in which they developed.

Days / Date of collection	7	15	26	40
5th. Apr. 53	—	200–300	850–1,300	7,500–12,000
2nd. May 54	0	0	0	0
3rd. June 54	0	0	0	0

Table 6. Number of yeasts per 1 g of putrefied *Ulva pertusa* in which they developed.

Days / Date of collection	2	8	16	30
5th. Apr. 53	—	2,500–5,000	10,000–25,000	4,500–6,500
2nd. Apr. 54	0–150	250–350	1,000–2,500	650–2,000
2nd. May 54	—	0	0	—
3rd. June 54	0–300	25,000–30,000	90,000–150,000	—

Table 7. Number of yeasts per 1 g of putrefied *Ishige okamurai* in which they developed.

Days / Date of collection	2	8	13	16	30
5th. Apr. 53	0–200	—	—	1,000–1,500	2,500–3,500
1st. May 54	—	1,800–2,400	—	20,000–27,000	—
13th. Jul. 54	—	2,000–3,000	—	4,500–5,000	2,000–3,000

Table 8. Number of yeasts per 1 g of putrefied *Codium fragile* in which they developed.

Date of collection \ Days	7	15	25
22nd. May 54	0	0	0
13th Jul. 54	—	600–1,500	1,000–2,500

Table 9. Number of yeasts per 1 g of putrefied *Enteromorpha* sp. in which they developed.

Date of collection \ Days	10	20	50
20th. Nov. 53	6,500–10,000	14,000–16,000	2,500–3,000

Table 10. Number of yeasts per 1 g of putrefied *Scytosiphon lomentaria* in which they developed.

Date of collection \ Days	10	20	50
20th. Nov. 53	1,500–3,000	10,000–13,000	25,000–32,000

採集して腐敗させたものから酵母を分離した．それらの海藻では酵母の出現する時期と凋落の時期との間に関係があるように思われる．しかしカヤモノリ (Table 10)，アオノリ属の一種 (Table 9) はそれぞれ 11月に1回採集したのみであるが，極めて多数の酵母が腐敗中に出現しているので必ずしもすべてが凋落期と関係があるとは思われない．同一の海藻でも酵母の出現する時期は採集する場所により多少のズレのあることが認められた．

酵母の出現を見なかつた海藻では，その腐敗に酵母が関与しないのか，または別の時期に出現するのかは不明である．

集落を肉眼で観察した結果では，腐敗の進行に伴う菌相の変化は認められず，また海藻の種類による菌相の差異もないようであつた．腐敗中に酵母が出現する場合は採集後数日後からさかんに発泡するのが見られ，腐敗臭は余りなく磯の香のような匂いであつた．酵母の出現しないものでは一般に硫化水素臭が強かつた．

酵母数はフラスコ中の海水について調べたもので，相当多数の酵母が海藻に付着している筈であるから実際の酵母数は Tables 2～10 に示したものよりもかなり大きいと思われる．塩辛中の酵母数[6]が最大 1g 当り 180 万程度であることから考えてもこれらの酵母数はかなり大きいと云える．カビ類は酵母が少ない時は酵母と同程度に現われることもあつたが酵母の数が増大するにつれて姿を消した．しかし海藻によつては酵母は全く現われずカビが非常に多く現われたこともあつた．

II. 純離酵母の同定及び耐塩性

純離した酵母はすべて子嚢胞子を生ぜず，不完全酵母に属するものであつた．これらの菌を Lodder et van Rij[7] に拠り同定した結果は次の如くである．

The identified species of the yeasts by the classification of Lodder & v. Rij.

Class Fungi imperfecti
Order Cryptococcales
Family Cryptococcaceae
Subfamily Cryptococcoideae
Genus 2. *Torulopsis* Berlese
Torulopsis famata (Harrison) Lodder et v. Rij ……Strain No. 5
Genus 5. *Candida* Berkhout
Candida parapsilosis (Ashf.) Lang. et Talice var. *intermedia* v. Rij et Verona……Strain No. 24
Candida albicans (Robin) Berkhout ……Strain No. 29
Subfamily Trichosporoideae
Genus *Trichosporon* Behrend
Trichosporon behrendii Lodder et v. Rij……Strain No. 20
Trichosporon infestans (Moses et Vianna) Ciferri et Redaelli…Strain No. 18
Trichosporon cutaneum (de Berum., Gougerot et Vaucher) Ota…Strain No. 27

これらの菌はすべて，海藻中に含まれるマンニット，ソルビット，ダルシットの何れか1～2種をよく資化した．

注目すべきことはこれらの菌の耐塩性である．Table 11 に示すようにこれらの菌の中 No. 5, 18, 20 の3株は 20％含塩麦芽汁寒天に増殖した．普通は高濃度の含塩培地では仮りに増殖し得たとしても適温で1週間近く培養する必要があるが，上記の菌は無塩培地における時と増殖速度が殆ど変らなかつた．しかもこれらの菌は分離後7年間，無塩培地で培養を続けた後もその耐塩性は全く変らなかつた．これはこれらの菌の特徴として良いと思う．*Candida* に属する No. 24 29 の2株は無塩培地で増殖する場合は顕著な仮菌糸を形成したが含塩培地では形成しなかつた．

Table 11. Salt tolerance of the yeasts.
Inoculated on wort agar (Bllg. 10, containing NaCl) and incubated at 20°C, 7 days.

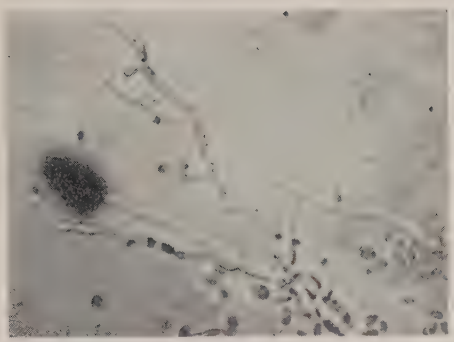
NaCl \ Yeasts	No. 5	No. 18	No. 20	No. 24	No. 27	No. 29
5 %	++	++	++	++	++	++
10 %	++	++	++	++	++	++
20 %	++	+	++	+	−	−

供試海藻はすべて潮間帯で採集したものであつて，それらの海藻の表面は干潮時に水分が蒸発するために，塩分濃度は非常に高くなつているものと思われる．腐敗中に増殖する酵母の来源としては陸上から飛来して付着するものもあろうが，上述のような耐塩酵母は常時海藻に付着しているのであろう．

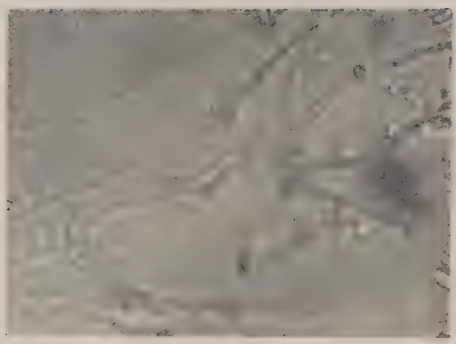
Waksman, Phaff, Wood 等と同様に著者も真正酵母を分離することが出来なかつた．著者は海藻の他に海泥から約 30種の酵母を分離しているが真正酵母はその中僅かに2種であつた．これらのことから海水中の酵母の主体をなすものは不完全酵母であると思う．

要　　約

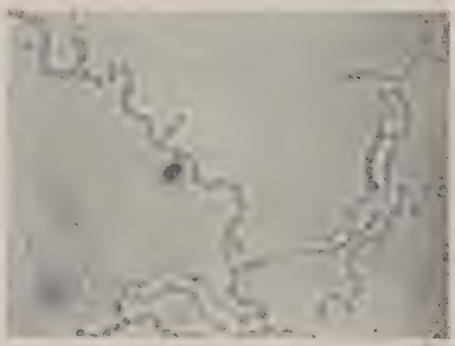
1. 海藻をフラスコの中で腐敗させている間に出現する酵母の数を調べた．



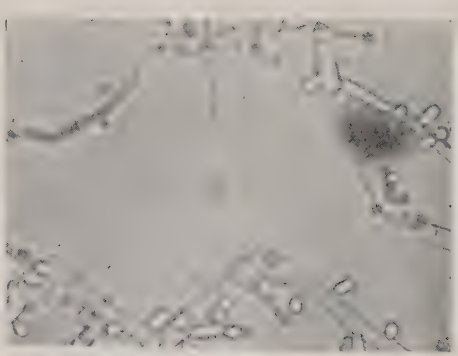
Strain No. 24
Stab culture in rice bran extract agar.



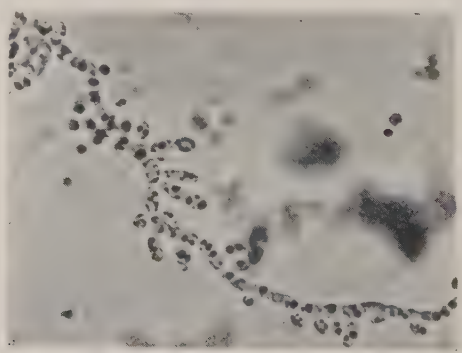
Strain No. 29
Stab culture in rice bran extract agar.



Strain No. 18
Slide culture on potato agar.



Strain No. 20
Slide culture on potato agar.



Strain No. 27
Slide culture on potato agar.

Fig. 1. Characteristics of the vegetative reproduction of the yeasts.

2. 酵母の数は海藻の 1 g 当り最大 16 万であつた.

3. 海藻 25 種を種々の時期に採集し，腐敗させて調べたところ，酵母の出現した海藻は，アナアオサ，ミル，イソモク，ウミトラノオ，イシゲ，ヒジキ，ワカメ及びアオノリ属の 1 種の計 9 種であつた.

4. 腐敗中に酵母の出現する時期は海藻の種により異なるが同 1 種では一定であつた.

5. 上記の 9 種の海藻から 6 種の酵母を分離した.

6. 分離した酵母の中 *Torulopsis famata*, *Trichosporon behrendii* の 2 種は 20 % の食塩を含む麦芽汁寒天に増殖した. 他の菌もすべて 10 % 含塩培地ではよく増殖した.

終りに懇篤なる御指導，御校閲をいただいた富安教授，海藻を同定していただいた本学部水産学科の瀬川博士，沢田学士に謝意を表する.

文　　献

1) Waksman, S. A., 1931. Scient. Month., **38**: 35.
2) Mrak, E. M. and H. J. Phaff, 1948. Anu. Rev. Microbiol., **2**: 1 から引用.
3) Phaff, H. J., Mrak E. M. and O. B. Williams, 1952. Mycologia, **44**: 434.
4) Wood, E. J. F., 1953. Australian J. of Marine and Fresh Water Research, **4**: 160.
5) Hesseltine, C. W., Hagen M. T. and N. Bohons, 1952. J. Bact., **64**: 55.
6) 銭谷武平，1955. 本誌，**15**: 351.
7) Lodder, J. and N. J. W. Kreger-van Rij, 1952. The yeasts, a taxonomic study.

Résumé

The present investigation was carried out to find out the population and the species of yeasts developing in the putrefied marine algae which were gathered at beaches and were made to putrefy in flasks containing fresh sea water at 20°C. The tested marine algae were *Chlorophyta* (6 species), *Phaeophyta* (12 spp.) and *Rhodophyta* (6 spp.). The yeasts developed in following algae, *Enteromorpha* sp., *Ulva pertusa*, *Codium fragile*, *Scytosiphon lomentaria*, *Sargassum hemiphyllum*, *S. thunbergii*, *Ishige okamurai*, *Hizikia fusiforme*, *Undaria pinnatifida*. The yeasts developed in a definite season which varied with the species of algae. The largest number of the yeasts was about 160,000 per 1 g of wet algae. Six species of the yeasts were isolated. They were identified as *Torulopsis famata*, *Candida parapsilosis* var. *intermedia*, *C. albicans*, *Trichosporon behrendii*, *T. infestans*, *T. cutaneum*. *Torulopsis famata* and *Trichosporon behrendii* rapidly grew on wort agar containing 20 % NaCl and the yeasts did not alter their salt tolerance after being cultured on wort agar without NaCl for 7 years.

オキヒイラギの発光細菌に関する研究 I

発光の持続性について

末広澄夫

Studies on the luminous bacterium of *Leiognathus rivulatus* I

On the duration of the bacterial luminescence

Sumio Suehiro

九州大学農学部学芸雑誌，第18巻 第1号，別刷，昭和35年10月31日

Reprinted from the Science Bulletion of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, vol 18, no. 1, October 31, 1960

オキヒイラギの発光細菌に関する研究 I

発光の持続性について

末広澄夫

Studies on the luminous bacterium of *Leiognathus rivulatus* I

On the duration of the bacterial luminescence

Sumio Suehiro

緒言

ヒイラギ科の魚の発光については羽根田[1,2,3]の詳細な研究がある．同氏は「これらの魚の発光器官は食道の一部の周囲を取り巻くようにしてついており，食道に2カ所の開口部がある．発光細菌はこの器官の中に純粋培養の形で入つている．」と述べている．発光器官は心臓，肝臓と大きな血管束で結ばれており，そのことにより発光細菌の増殖，発光が行なわれるものと思う．したがつて発光細菌は宿主の魚の生理にかなりの影響をあたえるであろう．ヒイラギ科の魚の発光器官はオキヒイラギを除いて他はすべて雌雄同大である．オキヒイラギは成熟すれば雄のものの方が雌のものよりはるかに大きくて体重の3％にも達するものがある．発光細菌がヒイラギ科の魚にあたえる影響を研究するにあたつて，上述のように発光器官の大きいこと（雄）と，雌雄で大きさの異なることとが好都合と思つて研究の対象に選んだ．

著者は今回分離した発光細菌の炭素源，窒素源の資化性を調べ，あわせてこれらの炭素源，窒素源の相違がこの細菌の発光の持続性にどのような影響をあたえるかを検討した結果を報告する．

実験の部

I. 発光細菌の分離と菌学的性質

生きているオキヒイラギを背開きにして発光器官を無菌的に切り取り，すりつぶして殺菌海水に懸濁させ，硝子棒でシヤーレ中の固体培地上に塗布した．（培地はペプトン1％，肉エキス1％，寒天1.5％を海水に溶かし，pHを7.3にしたもの）23℃で2日間培養し，現われた集落を暗室で調べ，よく発光するものから釣菌し，平板培養をくり返して純離した．この菌の菌学的性質はつぎのようであつた．

菌の形態：やや湾曲した桿菌で端は丸く，0.7～1.2×1.1～1.8μ，グラム陰性・胞子，capsule なし．極性の単毛を持つ．海水ブイヨン寒天上の集落：小円，平滑，全縁，隆起状．海水ブイヨンゼラチン上の集落：小円，全縁．海水ブイヨン寒天（斜面）：糸状，光沢，灰白色乃至黄白色，臭気なく，牛酪質，発光す．海水ブイヨンゼラチン穿刺：糸状，液化せ

ず．リトマスミルク（3％食塩を含む）：変化なく，増殖，発光共弱い．0.2％ペプトン海水：中庸，柔毛状，密な多量の沈澱，腐敗臭なし．インドール，硫化水素共に生産せず．ペプトン培地中でアンモニアを生産す．硝酸塩を還元す．グリセリン，グルコース，フラクトース，ガラクトース，マンノース，セロビオース，デキストリンから生酸す．増殖至適温度は 20～26°C，37°C では増殖せず．

以上の結果を Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (7th ed. 1957),[4] Spencer[5] と照合した結果，菌の大きさ，糖からの生酸性およびゼラチンの液化性等に多少の違いはあつたが，*Photobacterium fischeri* にもつとも近いのでこれに同定した．

つぎに羽根田の分離した *Coccobacillus equule* の菌学的性質は，同氏の報告[1] によるとつぎのようである．

菌の形態：球桿菌，2.4～3.0×1.2μ，或る株は球状，或る株は桿状で端は丸い．運動性はないか，または弱い．capsule なし．グラム陰性．平板培養（25～30°C で 20時間）：円形，とつ円状，無定形，白色の集落で径は 1 mm 以下，平滑，光沢．7 日後では集落は大きくなり径は 1～2 mm．画線培養（25～30°C で 20時間）：糸状，多量．ゼラチン穿刺（25～30°C で 2 日）：多量の糸状増殖，袋状に液化．バレイショ片（25～30°C で 10 日間）：多量，隆起状，白色不透明，バレイショは変化なし．Metabolism：好気性，嫌気状態では増殖せず．増殖至適温度は 25～30°C．増殖可能の pH は 6.8～9.5，発光す．Biochemical：マンノース，グルコース，ガラクトース，フラクトースを資化す．インドールは生産せず．

この菌とオキヒイラギの菌の大きな違いは運動性の有無である．しかしその他の点では大きな違いはないので，*Photobacterium phosphoreum*, *P. pierantonii* 等では運動性の有無にかかわらず同一種にまとめていることから両者も同1種として良いであろう．

II. 発光の持続性と各種炭素源，窒素源の資化性

基本培地としては Farghaly[6] の培地を使用した．その培地の組成はつぎの通りである．

NaCl	30 g	※Trace elements solution	
Na_2HPO_4	5.3 g	$CaCl_2$	2.7 g
KH_2PO_4	2.1 g	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	0.96 g
Nitrogen source	0.5 g	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	36 mg
Carbon source	5 g	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	39 mg
※Trace elements solution	0.05 ml	Distilled water	1000 ml
Distilled water	1000 ml	pH 7.1～7.3	

まず炭素源を除いた基本培地を 5 ml ずつ，試験管（外径 18mm）に分注し 120°C，10 分間殺菌，炭素源はべつに 110°C，10 分間殺菌して，接種前に先の基本培地に 0.5％になるように加えた．窒素源は 0.05％とした．

供試窒素源としては硝酸カリ，硝酸ソーダ，第二燐酸アンモン，硝酸アンモン，塩化アンモン，硫酸アンモン，アスパラギンを用いたがいずれもよく資化した．これらの場合，炭素源はグリセリンを用いた．

つぎに炭素源は 25 種類試験した．それらはグルコース，ガラクトース，マンノース，フラクトース，マルトース，サッカロース，ラクトース，ラフィノース，セロビオース，

アラビノース，キシロース，ラムノース，マンニット，ソルビット，ダルシット，イヌリン，デキストリン，グリコーゲン，サリシン，アルブチン，グリセリン，エタノール，酪酸ソーダ，乳酸カルシウム，焦性ブドー酸ソーダ等である．窒素源は第二燐酸アンモンを用いた．これらの中で資化したものはグルコース，ガラクトース，マンノース，フラクトース，セロビオース，デキストリン，グリセリン，乳酸カルシウム等であつた．

つぎに上に述べた窒素源とグルコース，ガラクトース，グリセリン，乳酸カルシウムを組み合わせて培地を作り菌を接種し 23°C で培養して発光の持続性を調べた．発光の有無は眼を 10 分間 暗順応させて調べた．その結果を第1表に示した．各培地の発光の認められなくなつた時の pH を第2表に示した．

Table 1. The number of the days in which the bacteria maintained the luminescence. Farghaly's medium, at 23°C.

Carbon source \ Nitrogen source	$(NH_4)_2SO_4$	$NaNO_3$	KNO_3	NH_4NO_3	NH_4Cl	Asparagin	$(NH_4)_2HPO_4$
Glucose	1	1	1	1	1	1	1
Galactose	2–4	2–4	2–4	2–4	2–4	2–4	2–4
Glycerin	2–7	2–6	5	4–6	15–30	10	15–30
Ca-lactate	0	0	0	0	0	7–15	0

Table 2. The pH of the media at which the luminescence disappeared. Farghaly's medium, at 23°C.

Carbon source \ Nitrogen source	$(NH_4)_2SO_4$	$NaNO_3$	KNO_3	NH_4NO_3	NH_4Cl	Asparagin	$(NH_4)_2HPO_4$
Glucose	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Galactose	6.1–6.2	6.3–6.6	6.5	6.2	6.1	6.0–6.1	6.3–6.5
Glycerin	6.7–6.9	6.5–6.7	6.5–6.6	6.5–7.0	6.9	6.5	6.8
Ca-lactate	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1

グルコースを炭素源とした培地ではわずか1日間発光したのみで発光は消失した．pH はすべて5以下に下がつていた．増殖，発光共に弱かつた．ガラクトースの場合はすべて5日後には発光は消失した．増殖は正常であつた．乳酸カルシウムの場合はアスパラギン以外は増殖も発光も見られなかつた．これは乳酸カルシウムのために pH の下がつたことが原因

Table 3. The number of the days in which the bacteria maintained the luminescence. Farghaly's medium containing Ca-carbonate, at 23°C.

Carbon source \ Nitrogen source	$(NH_4)_2SO_4$	$NaNO_3$	KNO_3	NH_4NO_3	NH_4Cl	Asparagin	$(NH_4)_2HPO_4$
Glucose	2–3	2–3	2–3	2–3	2–4	2–4	2
Galactose	2–8	6–14	6–15	2–7	2–7	7–14	2–3
Glycerin	3–6	15–30	15–30	2–6	15–30	5–12	15–30
Ca-lactate	15–20	3–5	5–10	2–5	5–10	7–15	15–21

であろう．グリセリンは以上のいずれよりも好結果が得られた．しかし第1表に示したようにどの炭素源の場合もpHが下がつているため接種前に沈降性炭酸カルシウムを4mg/ml培地に加えた．その結果を第3表に示した．グルコース，乳酸カルシウム等では好結果が得られた．発光停止時のpHは第4表に示したように炭素源がグルコース以外ではすべて上昇した．

Table 4. The pH of the media containing $CaCO_3$ at which the luminescence disappeared. Farghaly's medium, at 23°C.

Carbon source \ Nitrogen source	$(NH_4)_2SO_4$	$NaNO_3$	KNO_3	NH_4NO_3	NH_4Cl	Asparagin	$(NH_4)_2HPO_4$
Glucose	6.2	6.1	6.1	6.3	5.9	5.9	6.0
Galactose	8.0	7.6–8.0	7.6–8.0	8.0–8.2	8.0–8.2	7.8–8.2	8.0
Glycerin	8.0–8.2	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0–8.2	8.0
Ca-lactate	7.6–7.8	7.5–7.8	7.8–8.0	7.6–7.8	7.8–8.0	7.8–8.0	8.0

つぎに酵母エキス，ペプトン，カゼイン加水分解物および肉エキス等の各1％海水溶液を培地として（pH 7.3）菌を接種した．いずれも発光の強さは上に述べたどの合成培地の場合よりも強かつた．発光の持続期間も酵母エキスの場合は23°Cで約2カ月間も持続し，他のものも1カ月以上持続した．また従来は海洋性の発光細菌の培地としてはペプトン1％，肉エキス1％，グリセリン0.3％，炭酸カルシウム0.3％を含むものが一般に使用されていた．しかしこの菌はグリセリンを加えても発光，増殖に影響がなかつたので加えなかつた．しかし若しグリセリンを加えるなら必ず炭酸カルシウムを加えるべきで，加えない場合にはpHは6.0位まで下つて発光の持続期間は数日間となつた．

グリセリンを炭素源にした基本培地に菌を接種し，23°Cで2日間培養し十分発光するようになつたものを5°Cに保つと，1日後には発光は非常に弱くなり約3日後には発光しなくなつた．しかしこれを23°Cにもどすと1～2日で発光するようになつた．また接種後ただちに5°Cに保つと約1週間で十分増殖したが発光はしなかつた．これを23°Cに移すと発光するようになつた．この菌を長期間発光させる温度は15～25°Cであつた．この菌の増殖至適温度は20～25°Cであつたが，5°Cに保つと約1カ月後には死滅した．

考　　察

羽根田が南洋産の各種ヒイラギ科の魚から分離した菌はすべて同一種に属し，その菌学的性質はすでに記した．著者がオキヒイラギ，ヒイラギ，ウチヒイラギから分離した菌もまた同一種であつたが，上に述べたように羽根田の報告したものと鞭毛その他の点で多少の違いがあつた．しかし一種類の菌のみが発光器官から分離された点は両者共同様であつて，なぜ唯一種の菌のみが発光器官の中にいるのかは不明である．しかし少なくとも，著者の分離した菌はすべて，どのような培地に増殖しても全く腐敗臭がなかつた．したがつてこの菌の代謝生産物は，宿主に腐敗菌，病源菌が寄生した程の悪影響を与えないように思う．又この菌が宿主の生理におよぼす影響は不明であるが，後報で述べるようにこの菌は

基本培地に数種のアミノ酸を加えると，発光の強さ，増殖度，増殖速度等がいちじるしく増大した．しかしその際窒素源として無機のアンモニウム塩が必要であつた．このことは宿主の窒素排泄との関係を思わせるものがある．宿主にいつからこの菌が入り込むかは不明だが，著者が採集した全長 12 mm のオキヒイラギの仔魚でも魚体が光つていたことから考えても，魚の発育のかなり初期の中にこの菌が発光器官の中に入るものと思う．

この菌の発光の持続性の点から云えば，炭素源としてはグリセリンがもつとも適していた．その原因は pH が余り変化しないためであろう．したがつて炭素源がグルコースの時，炭酸カルシウムを加えない場合，pH のいちじるしい低下が発光を弱くした原因と云える．しかし炭素源が乳酸カルシウムで窒素源がアスパラギンの時は pH が 6.1 にまで下つても発光しているので，pH の変化だけが発光の強弱の原因とは考えられない．著者はグルコース，ガラクトース，グリセリン等を炭素源とする培地で増殖，発光後，発光の消失したものに炭酸カルシウムを加えると 1 日後に再び発光を始めることを知つた．この場合 pH は上昇したが 0.1～0.4 程度であつて，それだけが発光回復の原因とは考えられない．Farghaly も「炭酸カルシウムを加えて培養すると発光の持続性は増し，発光の強さも 75% 増したが，pH の保持だけではその説明は出来ない」と述べている．そして炭酸カルシウムを加えた時の効果は Ca イオンにあるのではなく，CO_2 にあることを同氏は認めている．著者も発光の消失した培地に CO_2 を吹き込んで発光の回復するのを認めたことがある．これらのことは今後検討したい．

終りに終始懇篤な御指導，御校閲をいただいた恩師冨安教授，ならびに懇篤な御指導をいただいた内田教授，横須賀博物館長羽根田博士にお礼を申上げる．

要　　約

1. オキヒイラギの発光細菌を *Photobacterium fischeri* と同定した．

2. この菌は窒素源として硝酸カリ，硝酸ソーダ，硝酸アンモン，硫酸アンモン，塩化アンモン，燐酸第二アンモン，アスパラギンを資化した．

3. 供試した 25 種類の炭素源のうち，グルコース，ガラクトース，マンノース，フラクトース，デキストリン，セロビオース，グリセリン，乳酸カルシウムを資化した．

4. 発光の持続性に影響を与えるものは炭素源であつて，そのうち持続性の点ではグリセリンがもつともよかつた．

5. 発光持続の点でもつともよい培地は酵母エキスの 1 %海水溶液で，23°C で約 2 カ月間発光を持続した．

文　　献

1) Haneda, Y., 1940. The Palao Tropical Biological Station Studies, **2**: 29.
2) ————, 1950. Pacific Science, **4**: 214.
3) ————, 1955. The Luminescence of Biological Systems, 335–385. American Association for the Advancement of Science.
4) Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. 7th ed., 1957.
5) Spencer, R., 1955. J. Gen. Micrbiol., **13**: 111.
6) Farghaly, A. H., 1950. J. Cellular. Comp. Physiol., **36**: 165.

Résumé

The luminous bacterium of *Leiognathus rivulatus* was identified as *Photobacterium fischeri*.

The bacterium assimilated such nitrogen sources as potassium nitrate, ammonium nitrate, ammonium sulfate, sodium nitrate, ammonium chloride, diammonium hydrogen phosphate and asparagin. Basal medium described by Farghaly was used.

The bacterium assimilated such carbon sources as glucose, galactose, mannose, fructose, cellobiose, glycerin, calcium lactate and dextrin.

The bacterium maintained luminescence about two months at 23°C in 1% yeast extract sea water medium. Intensity of bacterial luminescence in 1% peptone-, hydrolized casein- and meat extract-media was greater than yeast extract medium during the first ten days, but thereafter the intensity of the former rapidly decreased. Duration of the bacterial luminescence is shown in Table 1. Table 2 shows the pH values of the media at which the luminescence disappeared. When glucose was used as carbon source, the luminescence disappeared after only one day in all cases. When the luminescence disappeared the pH values of the media were all below 5 in glucose and 6.1–6.7 in galactose. In order to adjust the pH value, 4 mg Ca-carbonate per m*l* of the medium was added before inoculation. The results are shown in Table 3. Table 4 shows the pH values of the media containing Ca-carbonate at which the luminescence disappeared. Duration of luminescence was prolonged in glucose, galactose and Ca-lactate media. Excepting the media containing glucose, pH values of the media were raised.

THE PELAGIC COPEPODS OF THE IZU REGION, MIDDLE JAPAN SYSTEMATIC ACCOUNT VI.[1]

FAMILIES PHAENNIDAE AND THARYBIDAE

Otohiko TANAKA

Fisheries Department, Faculty of Agriculture,
Kyushu University

With 25 Text-figures

Family PHAENNIDAE

Genus *Phaenna* Claus

Phaenna spinifera Claus

(Fig. 81, *a–b*)

Phaenna spinifera Giesbrecht, 1892, p. 293; A. Scott 1909, p. 80; Wolfenden, 1911, p. 285; With, 1915, p. 54; Mori, 1937, p. 54, pl. 27, figs. 9–15; Wilson, 1950, p. 285; Vervoort, 1950, p. 83, figs. 1–6.

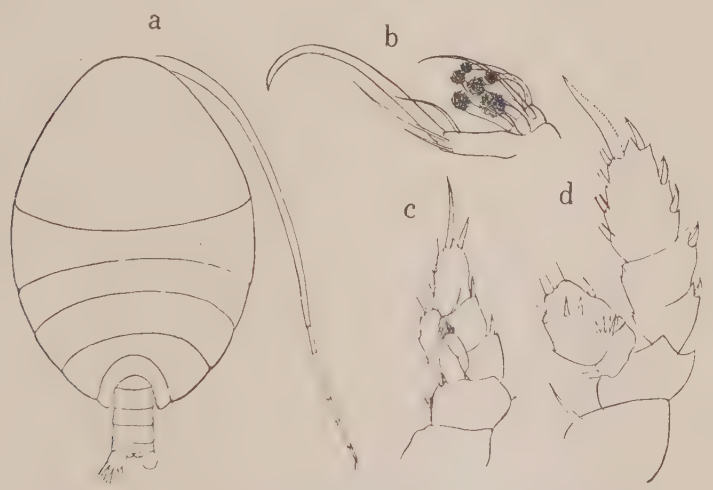


Fig. 81. *Phaenna spinifera* Claus.
Female juv.: *a*, dorsal aspect; *b*, distal joints of 2nd maxilla; *c*, 1st leg; *d*, 2nd leg.

1) Part V appeared in this journal, Vol. VI, no. 3, pp. 327-367 (1958).

Immature female. Length, 1.81 mm. The cephalothorax rounded in dorsal aspect. The abdomen 4-segmented. The 1st antenna exceeds the distal end of the furca by 1 or 2 joints (fig. *a*). The mouth parts as described by Giesbrecht (fig. *b*).

The 1st leg has 3-jointed exopodite and 1-jointed endopodite (fig. *c*). The 2nd leg has 3-jointed exopodite and 2 jointed endopodite (fig. *d*). In the 4th leg the 2nd joint of the exopodite is furnished with transverse rows of acicular spines on the posterior surface. The 5th pair of legs absent.

Occurrence. Two immature females from Sagami in the hauls from 1000 m to the surface.

Distribution. The species is widely distributed in the Atlantic, Pacific, and Indian Oceans, also from Malay Archipelago and the Mediterranean Sea. It has been also recorded from the surface water of the Pacific coast of Japan.

Genus *Xanthocalanus* Giesbrecht

A single species of the genus, *Xanthocalanus agilis* Giesbrecht, has been recorded from the Malayan region but no examples of the genus has been discovered from the Indian Seas and from the Japanese waters.

The genus has the following characters. The head separates from the 1st thoracic segment. The abdomen 4-segmented in the female; the anal segment and furcal rami are very short. The rostrum bifurcate, has slender filaments articulated to the basal portion. The 1st antenna of the female 24 jointed; that of the male 17-jointed on the right; 18-jointed on the left. The 2nd maxilla of the female has slender vermiform and small brush-shaped setae on the endopodite; the apical lobes have each strong curved spines coarsely denticulated on the inner margin. In the male the apical portion of the 2nd maxilla has, according to Giebrecht, only one large, short-stalked, and brush-shaped sensory appendage; The 5th pair of legs 3-jointed in the female, 5-jointed in the male.

The female of *Xanthocalanus* has, usually, slender sensory setae on the endopodite of the 2nd maxilla. But in some species, for example, *X. pinguis* Farran, one of the sensory setae is much larger than the others, and has a ciliated head. Some of the male of the genus, such as *X. greeni* Farran, and *X. borealis* Sars, have the 2nd maxilla furnished with a large button-like sensory appendage and several brush-shaped sensory setae on the endopodite, and the apical lobes are furnished with flexible plumose spines (cf. Sars, 1925, pl. 36, figs. 9, 10; pl. 38, fig. 9). This peculiar structure of the 2nd maxilla is also found in the female of *Amallophora* (T. Scott). The 1st maxilla of *Xanthocalanus* bears normal setae on the 1st inner lobe in the female but in the male of *X. greeni* Farran these setae are replaced by soft-skined and fleshy ones (Sars, 1925, pl. 36, fig. 8; Sewell, 1947, fig. 31, B). Male specimens of *Amallophora* have usually the similar

structure as found in the male of *Xanthocalanus*. These characters show a close relationship between the genera *Xanthocalanus* and *Amallophora*.

The following species of the genus have been detected in my collection: *X. pinguis* FARRAN, *X. profundus* SARS, *X. amabilis* sp. nov., *X. legatus* sp. nov., *X. penicillatus* sp. nov., *X. medius* TANAKA, *X. echinatus* SARS, *X. pectinatus* sp. nov.. The last two species are represented by male. It is notworthy that these male specimens have only small sensory setae on the endopodite of the 2nd maxilla.

Xanthocalanus pinguis FARRAN

(Fig. 82, *a–n*)

Xanthocalanus pinguis, FARRAN, 1906, p. 39, pl. 8 and 9; FARRAN, 1908, p. 48, pl. 4; WITH, 1915, p. 236, pl. 7; SARS, 1925, pl. 35, figs. 8–10; WILSON, 1932, p. 71, text-fig. 48, a–c; JESPERSEN, 1934, p. 82; WILSON, 1950, p. 351.

Female. Length, 5.41 mm; cephalothorax, 4.07 mm; abdomen, 1.34 mm. The cephalothorax oblong ovate. The head separates from the 1st thoracic segment; the 4th and 5th thoracic segments separate (fig. *a*). The lateral distal corner of the last thoracic segment triangularly produced and terminates into downwardly pointing spine (fig. *c*). The rostrum is composed of a pair of slender filaments directing downward (figs. *b*, *d*).

The abdominal segments and furca in the proportional lengths 42 : 23 : 13 : 11 : 11 = 100. The genital segment not swollen below; there is a tuft of short hairs near the genital opening when viewed from the lateral; the dorsal surface of the segment haired near the proximal. The first 3 segments are covered with small spines, the distal margin of the segments are fringed with fine teeth. The furcal ramia little wider than long (8 : 7).

The 1st antenna 24-jointed, extends to the distal end of the 4th thoracic segment; the joints are in the following proportions:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9	10	11	12	13	14
	77	82	37	35	35	32	28	39	28	28	32	41	41
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	53	53	53	48	41	37	32	30	44	46	27 = 1000.		

The 2nd antenna with the exopodite slightly longer than the endopodite (13 : 12). The mandible with the exopodite about as long as the endopodite; the 2nd basal joint has 3 long inner marginal setae. The 1st maxilla has an elongate endopodite; the outer lobe has 9 setae; the endopodite has 9 setae (fig. *e*). The 2nd maxilla has 7 bud-like, and one long worm-like sensory filaments on the endopodite; the curved spine of the 5th lobe very strong (fig. *f*). The maxillipede has robust basal joints (fig. *g*).

The 1st leg has 3-jointed exopoidte and 1-jointed endopodite (fig. *h*). The 2nd leg has 3 jointed exopodite and 2 jointed endopodite; the 2nd joint of the endopodite has 2 groups of spinules on the posterior surface; the terminal spine of the exopodite has about 40 serrations (fig. *i*). The 3rd and 4th legs with 3-jointed exopodite and endopodite; the posterior surface of the endopodite has groups of spinules as shown in the figure (figs. *j*, *k*).

The 5th pair of legs 3-jointed. The terminal joint broad, has 4 spines; the

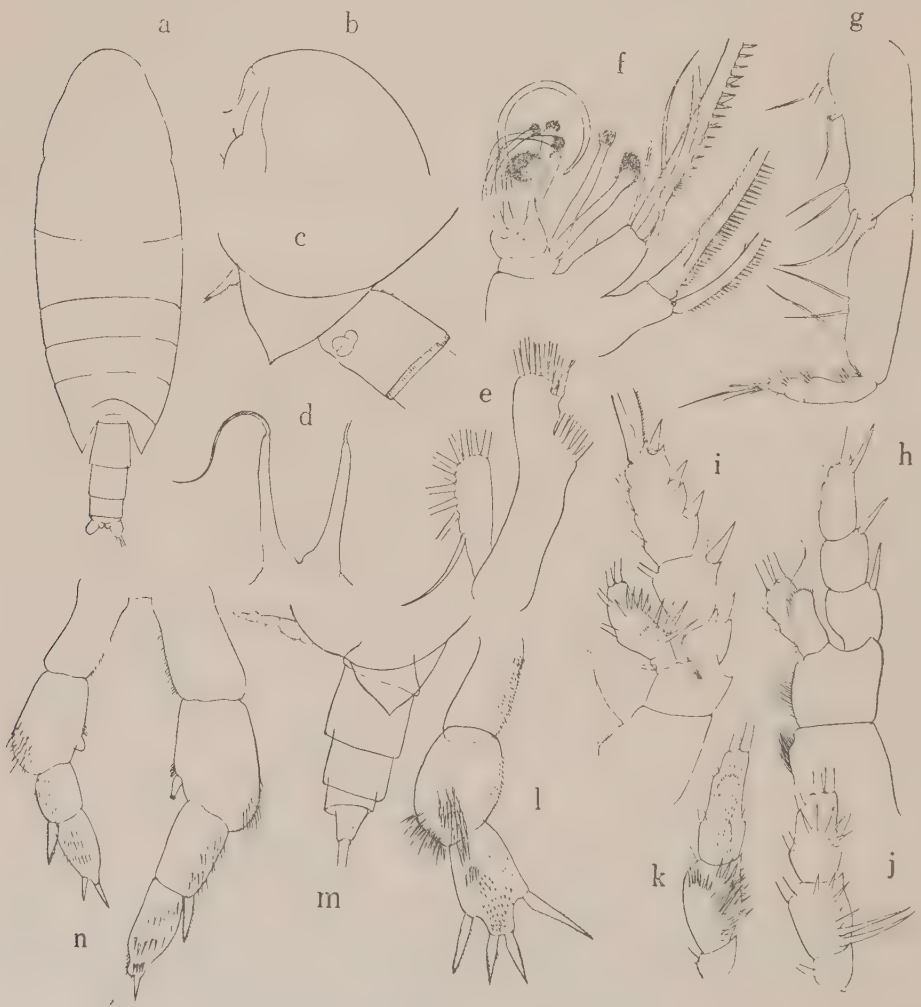


Fig. 82. *Xanthocalanus pinguis* FARRAN.

Female: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment and genital segment, lateral aspect; *d*, rostrum; *e*, exopodite and endopodite of 1st maxilla; *f*, 2nd maxilla; *g*, maxillipede; *h*, 1st leg; *i*, 2nd leg; *j*, endopodite of 3rd leg; *k*, endopodite of 4th leg; *l*, 5th leg. Immature male: *m*, thoracic segments and abdomen, lateral aspect; *n*, 5th pair of legs.

posterior surface of the joint is furnished with minute spines on the distal part; the inner margin of the joint bears several groups of spinules. The 2nd joint is rounded in shape, and furnished with long acicular spines on the distal outer margin; the inner margin of the joint bears several rows of minute spinules. The 1st joint is furnished with several rows of spinules on the inner margin (fig. *l*).

Immature male. Length, 4.33 mm. General appearance as in the female. The abdomen 4-segmented (fig. *m*). The abdomen is contained 3.6 times in the length of the cephalothorax. The 1st antenna extends to the posterior margin of the cephaolothorax. The mouth parts and swimming legs as in the female. The 5th pair of legs 4-jointed, and asymmetrical; the left leg longer; the 2nd basal joint has each a rudimentary endopodite (fig. *n*).

Remarks. The specimen agrees fairly well with *X. pinguis* FARRAN except a slight difference in the shape of the 5th thoracic segment, and in the proportional lengths of the joints of the 1st antenna. In 1908 FARRAN described an example of *X. pinguis* which has the 5th pair of legs slightly differ from that originally described in 1906. WITH regarded both specimens as identical. FARRAN showed four different forms of the 5th pair of legs (pl. VIII, figs. 14-17); the number of the spines on the distal joint is variable. FARRAN's specimen measured 4.5 mm and 5.1 mm; WITH's 5.19 mm; SARS' 7.3 mm.

Occurrence. Two adult females and an immature male were collected from Sagami and Suruga Bays in the vertical hauls 1000–0 m.

Distribution. The species has been recorded from the North Atlantic and Pacific Oceans.

Xanthocalanus profundus SARS ?

(Fig. 83, *a–e*)

Xanthocalanus profundus, SARS, 1925, p. 125, pl. 34, figs. 1–15.

Female. Length 4.69 mm: cephalothorax 3.53 mm; abdomen, 106 mm. General appearance as in the female of *Xanthocalanus pinguis* FARRAN (fig. *a*). The abdominal segments and furca in the proportional lengths 38 : 23 : 17 : 11 :11 - 100. The furcal rami slightly wider than long.

The 1st antenna extends to the distal end of the 4th thoracic segment. The 2nd antenna with the exopodite a little longer than the endopodite (8 : 7). The mandible, maxillae, and maxillipede as those of *X. pinguis*.

The 1st leg has no characteristic features. The 2nd to 4th legs as those of *X. pinguis* except slight differences in the number of the spines on the posterior surface of the endopodite (figs. *b, c, d*).

The 5th pair of legs 3-jointed; the distal 2 joints are fused. The terminal joint slender, and bears 4 spines; the posterior surface of the joint is furnished

with a longitudinal row of small spines. The 2nd joint is furnished with hair-like spines on the outer distal margin; the posterior surface of the joint is furnished with scattered denticles near the outer distal margin. The 1st joint finely denticulated on the inner margin (fig. *e*).

Remarks. The specimen closely resembles *X. pinguis* but the 5th pair of legs is different from that of *X. pinguis* in having elongated 3rd joint, and in having no trace of demarcation between the 1st and 2nd joints of the 5th pair of legs. The present specimen could possibly be an example of *X. pinguis* FARRAN which has deformed 5th pair of legs as had been pointed out by FARRAN.

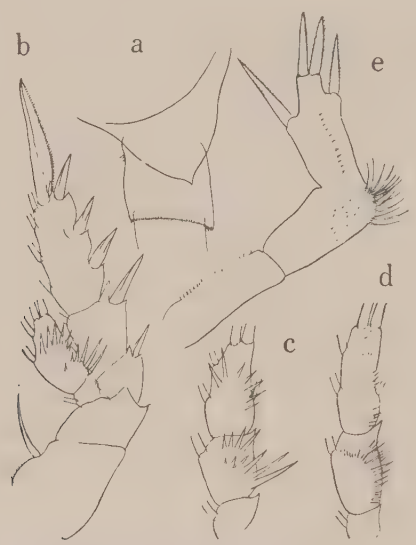


Fig. 83. *Xanthocalanus profundus* SARS ?' Female: *a*, last thoracic segment and genital segment, lateral aspect; *b*, 2nd leg; *c*, endopodite of 3rd leg; *d*, endopodite of 4th leg; *e*, 5th leg.

Occurrence. A single female was collected in Sagami Bay from the depth 1000 m.

Distribution. Xanthocalanus profundus has been recorded from the subtropical region of the Atlantic.

Xanthocalanus amabilis sp. nov.

(Fig. 84, *a–i*)

Female. Length, 2.66 mm: cephalothorax, 2.04 mm; abdomen, 0.62 mm. The cephalothorax oblong ovate. The head separates from the 1st thoracic segment:

the frontal margin rounded (fig. *b*). The 4th thoracic segment separates from the 5th (fig. *a*). The lateral distal corner of the last thoracic segment produced into a small pointed tooth (fig. *c*). The rostrum terminates into 2 filaments as shown in the figure (fig. *e*).

The abdominal segments and furca in the proportions 37 : 26 : 17 : 6 : 14 = 100. The genital segment a little longer than wide (14 : 13); the ventral surface of the segment sinuate; the genital area large (fig. *d*). The first 3 segments are furnished with fine teeth on the distal margin. The furcal rami longer than wide (5 : 4).

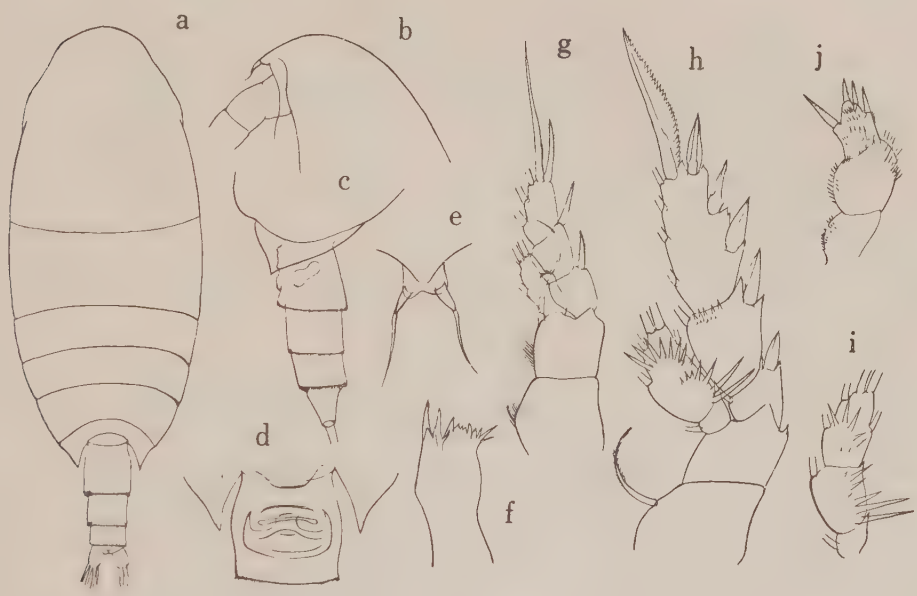


Fig. 84. *Xanthocalanus amabilis* sp. nov.
Female: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *d*, genital segment, ventral aspect; *e*, rostrum, anterior aspect; *f*, cutting blade of mandible; *g*, 1st leg; *h*, 2nd leg; *i*, endopodite of 3rd leg; *j*, 5th leg.

The 1st antenna reaches back to the distal margin of the 2nd abdominal segment; the joints are in the following proportions:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8-9	10	11	12	13	14
	60	69	33	29	29	33	33	52	29	33	36	40	44
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	48	52	53	44	40	36	32	32	52	60	32 = 1000.		

The 2nd antenna with the exopodite 1.3 times as long as the endopodite (41 : 31). The mandible with the exopodite as long as the endopodite; the biting part with slender teeth (fig. *f*). The 1st maxilla with 9 setae on the outer lobe,

10 setae on the exopodite, 4+2+2 setae on the endopodite, 5 setae on the 2nd basal joint. The 2nd maxilla is of a usual structure found in the female of the genus. The maxillipede has the joints of the following proportions: 400:367:55:78:45:33:22=1000.

The 1st leg has a long outer edge spine on the 3rd joint of the exopodite (fig. *g*). The 2nd leg has 3-jointed exopodite and 2-jointed endopodite; the 2nd joint of the exopodite has transverse rows of spinules on the distal margin; the 2nd joint of endopodite is furnished with 2 groups of spinules on the the posterior surface; the terminal spine of the exopodite has 32 teeth (fig. *h*). The 3rd leg with 3-jointed exopodite and endopodite; the 2nd and 3rd joints of the endopodite have each groups of spinules on the postererior suface (fig. *i*); the terminal spine of the exopodite has 32 teeth. In the 4th leg the 2nd joint of the endopodite has rows of fine spinules on the posterior surface.

The 5th pair of legs 3-jointed; it is short and tumid. The 1st joint is slightly longer than wide, and has groups of spinule on the inner margin. The 2nd joint swollen, about as long as wide, bears short spinules on the inner margin, and longer ones on the outer distal half of the joint; these spinules are more densely furnished on the anterior surface. The 3rd joint has 4 marginal spines of which the inner one the longest; the joint is furnished with groups of spinules on the anterior surface (fig. *j*).

Remarks. The specimen resembles *X. obtusus* Farran in the structure of the 5th pair of legs, but the lateral distal margin of the last thoracic segment is obtusely rounded in *obtusus*, whereas, it is sharply pointed at the apex in the present species. The specimen is also closely related to *X. fallax* Sars in general appearance, but can be distinguished from it by the shape of the 5th pair of legs which have swollen 2nd joint; in *fallax* the 1st joint of the 5th pair of legs is the largest and swollen along the inner margin.

Occurrence. One female from Sagami Bay, in the haul 1000-0 m, October, 1938.

Xanthocalanus legatus sp. nov.

(Fig. 85, *a–j*)

Female. Length, 2.60 mm: cephalothorax, 2.05 mm; abdomen, 0.55 mm. The cephalothorax ovate in outline. The head fused with the 1st thoracic segment. The 4th thoracic segment incompletely fused with the 5th; the line of demarcation faintly visible in dorsal view (fig. *a*). The lateral distal margin of the last thoracic segment produced triangularly into a sharp point (fig. *c*). The rostrum strong in the basal part, to which 2 slender filaments are attached (figs. *b*, *d*).

The abdominal segments and furca in the proportional lengths 40:22:16:9:13 100. The genital segment, when viewed from the dorsal, inflated toward the

distal end; the genital area hollowed. The first 3 segments are fringed with fine teeth on the distal margin. The furcal rami oblique, about as long as wide.

The 1st antenna 24-jointed reaches back to the distal end of the 2nd abdominal segment; the joints are in the follwing proportions:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9	10	11	12	13	14
	52	61	30	30	30	30	30	52	27	30	38	42	46
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	50	57	52	52	46	38	38	34	52	52	38=1000.		

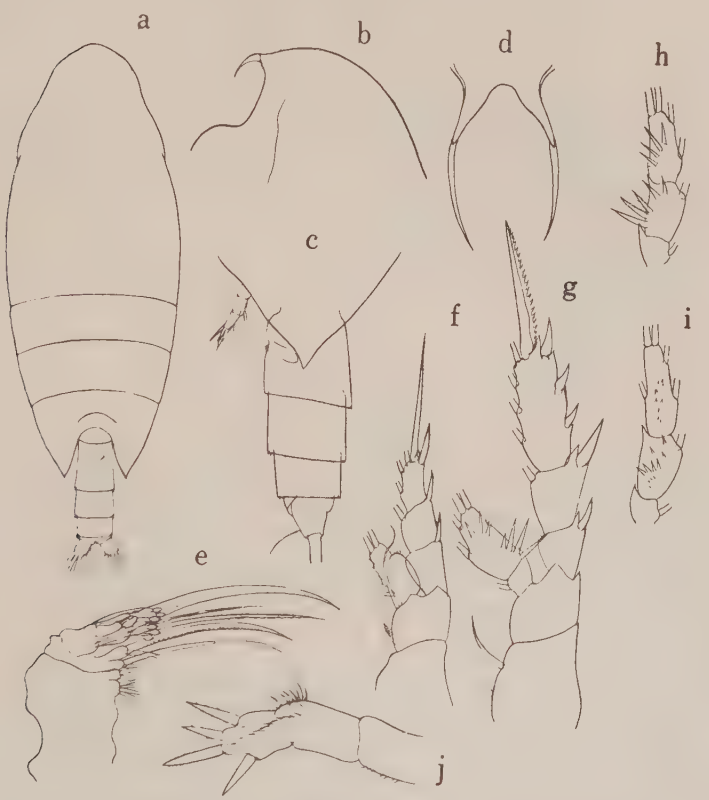


Fig. 85. *Xanthocalanus legatus* sp. nov.
Female: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *d*, rostrum, anterior aspect; *e*, 2nd maxilla; *f*, 1st leg; *g*, 2nd leg; *h*, endopodite of 3rd leg; *i*, endopodite of 4th leg; *j*, 5th leg.

The 2nd antenna with the exopodite longer than the endopodite (33:24). The mouth parts resemble those of *X. pinguis* FARRAN. The 1st maxilla has 9 setae on the outer lobe, 10 setae on the exopodite, 3 | 2 | 2 setae on the endopodite, 5 setae on the 2nd basal joint. The 2nd maxilla feeble, the endopodite bears small bud-like sensory setae (fig. *e*).

The 1st leg has 3-jointed exopodite and 1-jointed endopodite, and has no characteristic features (fig. *f*). In the 2nd leg the 2nd joint of the endopodite has 2 groups of spinule on the posterior surface; the terminal spine of the exopodite has 23 teeth (fig. *g*). The endopodite of the 3rd and 4th legs as figured (figs. *h, i*).

The 5th pair of legs 3-jointed; these 3 joints are of about equal width (fig. *j*). The 2nd joint 2 times as long as wide, bears hair-like spines on the anterior distal margin, and scattered spinules near the posterior distal margin. The 3rd joint has 2 apical and 2 marginal spines, and bears a longitudinal row of short spines on the posterior surface. The 1st joint bears denticles on the inner margin.

Remarks. The present specimen is closely allied to *X. pinguis* FARRAN, and has the following characteristics which separate it from *X. pinguis*: much smaller in size; inflated cephalothorax and incomplete segmentation of the 4th from the 5th thoracic segment; some minute points of difference in the structure of the 5th pair of legs.

Occurrence. One female from Suruga Bay in the haul 1000–0 m, November, 1938.

Xanthocalanus penicillatus sp. nov.

(Fig. 86, *a–l*)

Female. Length, 3.53 mm: cephalothorax, 2.66 mm; abdomen, 0.87 mm. The cephalothorax oblong ovate. The head separates from the 1st thoracic segment; the last 2 thoracic segments are fused (fig. *a*). The lateral distal corner of the last thoracic segment is produced triangularly with a point at the apex (fig. *c*). The rostrum ends into 2 fine filaments; the basal part slightly swollen in lateral aspect (figs. *b, d*).

The abdominal segments and furca in the proportional lengths 37 : 29 : 16 : 8 : 10 : 100. The genital segment as long as wide, inflated toward the distal end. The first 3 segment are furnished with scattered spinules; the distal margin of the joints smooth. The furcal rami as long as wide.

The 1st antenna 24 jointed, extends to the distal margin of the 5th thoracic segment; the joints are in the following proportions:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9	10	11	12	13	14
	73	73	32	32	32	26	29	44	25	29	32	42	42
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	50	54	54	50	42	42	35	32	48	50	29 = 1000.		

The 2nd antenna with the exopodite sightly longer than the endopodite (22 : 20); the distal joint of the endopodite has 6 : 6 setae. The mandible with the exopodite as long as the endopodite. The 1st maxilla as in *X. pinguis* FARRAN;

the outer lobe has 9 setae, the exopodite has 10 setae, the endopodite has 5+3+3 setae; the 2nd basal has 5 setae, the 3rd inner lobe has 4 setae, the 2nd inner lobe has 5 setae, the 1st inner lobe has 13 setae (fig. *e*). The 2nd maxilla as in *X. pinguis*, carries both bud-like and vermiform setae on the endopodite (fig. *f*). The maxillipede has the basal joints of about equal lengths; the joints of the endopodite short (fig. *g*).

The 1st leg with 3-jointed exopodite and 1-jointed endopodite; the outer edge

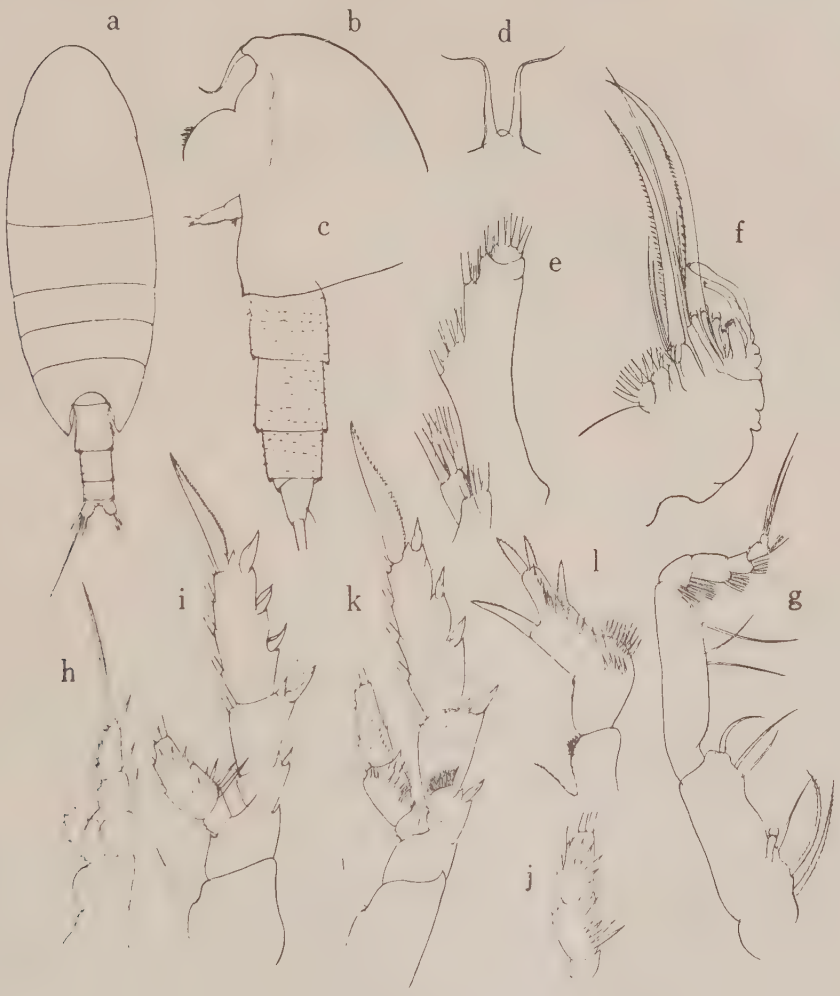


Fig. 86. *Xanthocalanus penicillatus* sp. nov.

Female: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *d*, rostrum, anterior aspect; *e*, endopodite of 1st maxilla; *f*, 2nd maxilla; *g*, maxillipede; *h*, 1st leg; *i*, 2nd leg; *j*, endopodite of 3rd leg; *k*, 4th leg; *l*, 5th leg.

spine of the 1st joint of the exopodite reaches the distal margin of the 2nd joint of the exopodite (fig. *h*). The 2nd leg with 3 jointed exopodite and 2 jointed endopodite; the 2nd joint of the endopodite has 2 groups of spines on the posterior surface; the terminal spine of the exopodite has 28 teeth (fig. *i*). The 3rd leg with 3 jointed exopodite and endopodite; the 2nd and 3rd joints of the endopodite has groups of spinules as shown in the figure (fig. *j*); the terminal spine of the exopodite has 28 teeth. The 4th leg with 3 jointed exopodite and endopodite; the 2nd and 3rd joints of the endopodite are furnished with groups of minute spinules on the posterior surface; the 2nd joint of the exopodite has a transverse row of acicular spines; the terminal spine of the exopodite has 29 serrations (fig. *k*).

The 5th pair of legs 3-jointed; the 3rd joint narrow in the distal half, carries 4 spines, of which the inner marginal one the longest; the joint has a longitudinal row of spinules on the posterior surface; the 2nd joint has groups of spines on the posterior as well as on the anterior surface; the 1st joint has denticles on the inner distal margin (fig. *l*).

Remarks. The specimen resembles closely *X. profundus* SARS, but is distinguished from it by the followings: small in size; complete fusion of the 4th thoracic segment with the 5th; scattered spinules on the 1st to 3rd abdominal segments; the shape of the 5th pair legs.

Occurrence. One female from Suruga in the haul 1000–0 m, November, 1938.

Xanthocalanus medius TANAKA

(Fig. 87, *a–g*)

Xanthocalanus media TANAKA, 1937, p. 258, pl. 17, fig. 1–10; BRODSKY, 1950, p. 231, fig. 143.

Female. Length, 3.30 m: cephalothorax, 2.55 mm; abdomen, 0.75 mm. The cephalothorax robust. The head separates from the 1st thoracic segment; the 4th thoracic segment fused with the 5th (fig. *a*). The lateral distal margin of the last thoracic segment produced triangularly with a point at the apex, when viewed from the dorsal (fig. *c*). The rostrum bifurcate without any slender filaments at the apex (fig. *b, d*).

The abdominal segments and furca in the proportional lengths 35 : 25 : 19 : 2 : 19 : 100. The genital segment bears on the middorsal line a rounded lamellous plate and a slender spine when viewed from the lateral. The first 3 segments are covered with scattered spinules; the distal margin of the segments are furnished with fine teeth. The anal segment haired on the dorsal as well as on the ventral surface (fig. *c*).

The 1st antenna 24 jointed, extends to the distal margin of the genital segment; aesthetasks on the joint 2, 3, 5, 8, 12, 14 and 19. The 2nd antenna with the exopodite a little longer than the endopodite. The maxilla has 8 sensory setae

on the endopodite, of which 7 are bud-like and one is long and vermiform (fig. *e*). The maxillipede as in *X. pinguis* FARRAN.

The 5th pair legs resembles that of *X. pinguis*. The line of demarcation between the 2nd and 3rd joints undetectable; the posterior surface of the joints are furnished with spinules as shown in the figure; the inner margin of the 2nd joint carries 2 groups of poor denticles (fig. *g*).

Occurrence. One female from Suruga Bay in the vertical haul 500–250 m, June, 1936.

Distribution. Pacific coast of Middle Japan; Far-Eastern and Polar Seas of the U.S.S.R.

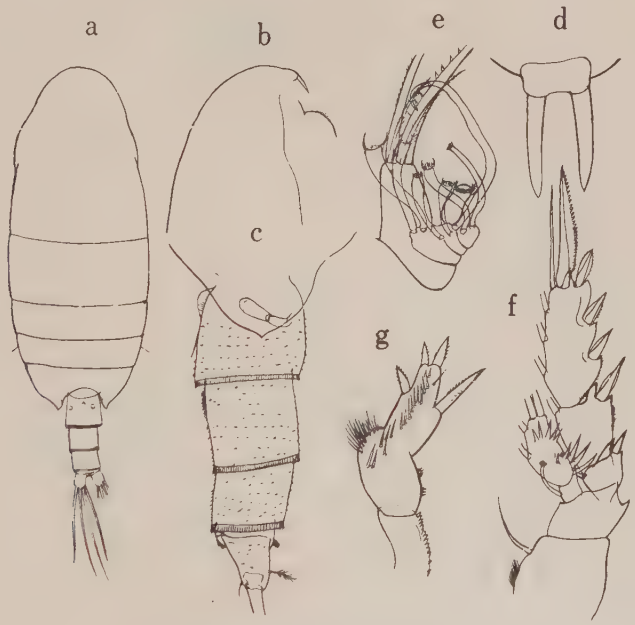


Fig. 87. *Xanthocalanus medius* TANAKA.
Female: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *d*, rostrum, anterior aspect; *e*, distal joints of 2nd maxilla; *f*, 2nd leg; *g*, 5th leg.

Xanthocalanus echinatus SARS

(Fig. 88, *a–k*)

Xanthocalanus echinatus, G. O. SARS, 1925, p. 135, pl. 37 (female).

Male. Length, 1.75 mm: cephalothorax, 1.28 mm; abdomen, 0.47 mm. The cephalothorax oblong ovate; the oral part slightly inflated in dorsal aspect. The head fused with the 1st thoracic segment. The last 2 segments are separate.

The 5th thoracic segment short, and truncated in dorsal aspect; the lateral distal corner of the segment slightly produced when viewed from the side (figs. *a*, *c*). The rostrum has a wide base to which 2 slender filaments are attached (fig. *d*).

The abdominal segments and furca in the proportions 16 : 24 : 24 : 20 : 4 : 12 100. The furcal rami parallel, longer than wide.

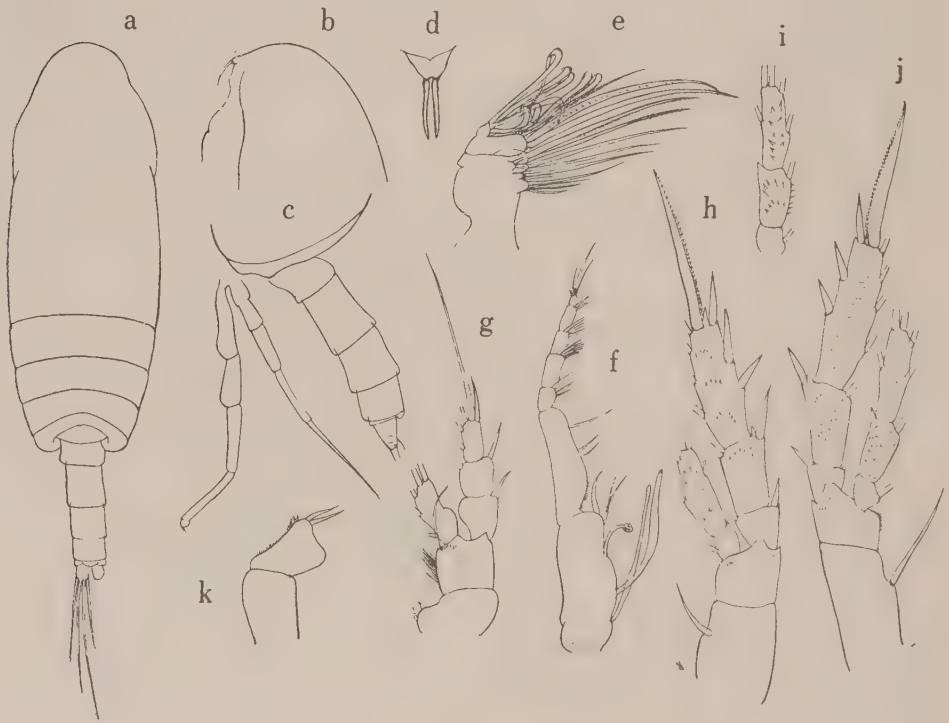


Fig. 88. *Xanthocalanus echinatus* Sars.
Male: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *d*, rostrum, anterior aspect; *e*, 2nd maxilla; *f*, maxillipede; *g*, 1st leg; *h*, 2nd leg; *i*, endopodite of 3rd leg; *j*, 4th leg; *k*, distal joint of left 5th leg.

The 1st antenna reaches back to the distal margin of the 2nd abdominal segment; the joints 8 9 10 11 12, and 13 14 are fused; the joints 20 21 are fused on the right side; the proportional lengths of the joints as follows:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10–11–12	13–14
	56	39	22	27	34	39	45	170	67

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	39	50	50	50	45	39	34	56	56	56	28=1000.

The 2nd antenna and mandible have no characteristic features. The 1st maxilla has 7 long and 2 short setae on the outer lobe, 5 setae on the exopodite, 7 setae on the endopodite, 5 setae on the 2nd basal joint. The 2nd maxilla has a denticulated spine on the 5th lobe; the distal joint of the endopodite have long vermiform setae (fig. *e*). The maxillipede slender; the 1st basal joint has 2 long vermi-form filaments and a short bud-like filament (fig. *f*).

The 1st leg has 3-jointed exopodite and 1-jointed endopodite; the 2nd basal joint has a row of spinules on the inner distal corner near the base of the endopodite (fig. *g*). The 2nd leg has 3-jointed exopodite and 2-jointed endopodite; the posterior surface of the 2nd joint of the endopodite are furnished with groups of spinules; the terminal spine of the exopodite has 33 teeth; the 2nd and 3rd joints of the exopodite bear rows of spinules on the posterior surface (fig. *h*). The 3rd and 4th legs have each 3-jointed exopodite and endopodite; the posterior surface of the 2nd and 3rd joints of both the exopodite and endopodite are furnished with groups of spinules. In the 4th leg the terminal spine of the exopodite has 35 serrations; the posterior surface of the 1st to 3rd joints of the exopodite and endopodite are furnished with very minute spinules (fig. *j*). The outer marginal spines on the 2nd and 3rd joints of the exopodite of the 2nd to 4th legs are slender and long; the 2nd basal joint of the same legs are also furnished with minute spinules on the posterior surface.

The 5th pair of legs slender, and composed of 5 joints on each side (fig. *c*); the distal joint of the right leg is slender and long; the terminal joint of the left leg short, and truncated at the distal margin which is furnished with 2 apical spines of equal lengths, and short hairs on the outer margin (fig. *k*).

Remarks. The specimen agrees well with the female of *X. echinatus* Sars in its small size, in the structure of the mouth appendages, and also in having similar arrangement of spinules on the posterior surface of the joints of the exopodite and endopodite of 2nd to 4th legs. The 5th pair of legs resembles those of *Xanthocalanus* sp. described by Farran in 1906 or those of *X. borealis* Sars (Sars, 1925, pl. 38, fig. 7), but the distal joint of the left leg is quite different from that figured by Farran. Sars' female specimen *X. echinatus* measured 2.10 mm in total length.

Occurrence. One male from Suruga Bay in the haul from 1000-0 m, November, 1938.

Distribution. X. echinatus has only been recorded from the Atlantic near Azores.

Xanthocalanus pectinatus sp. nov.

(Fig. 89, *a–l*)

Male. Length, 5.35 mm: cephalothorax, 3.87; abdomen, 1.48 mm. The cephalo-

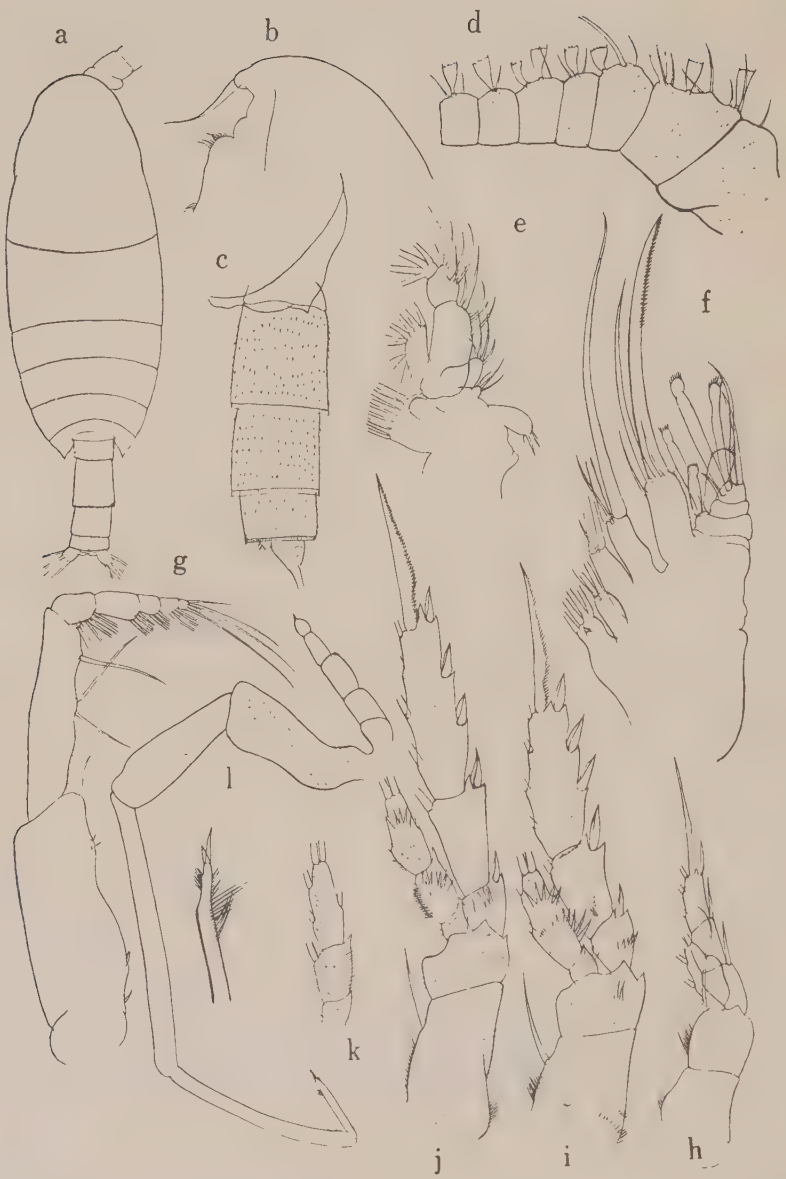


Fig. 89. *Xanthocalanus pectinatus* sp. nov.
Male: *a*, dorsal aspect, *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *d*, distal joints of 1st and proximal joints of 1st antenna; *e*, 1st maxilla; *f*, 2nd maxilla; *g*, maxillipede; *h*, 1st leg; *i*, 2nd leg; *j*, 3rd leg; *k*, endopodite of 4th leg; *l*, 5th pair of legs and distal joint of left leg.

thorax elongate ovate. The head is separated from the 1st thoracic segment, so are the 4th from the 5th. The distal margin of the last thoracic segment, when viewed from the dorsal, produced on each side into a sharp tooth; the ventro-lateral margin sinuate (figs. *a*, *c*). The rostrum bifurcate, gradually attenuates, and suddenly terminates into 2 fine filaments (fig. *b*). The cephalothorax is covered with minute spinules

The abdominal segments and furca in the proportional lengths 16 : 33 : 22 : 14 : 5 : 10 = 100; the 2nd to 4th segments are covered with minute spinules. The furcal rami as long as wide.

The 1st antenna 22-jointed, extends about to the middle of the 3rd abdominal segment; the joints 20–21 are fused on the right side, but imcompletely separate on the left; the joints 1 to 8 are furnished with minute spinules on the anterior surface (fig. *d*). The left antenna has the joints in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8-9-10	11	12	14	14
	51	37	18	22	26	26	22	100	29	33	33	37

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
55	59	62	66	62	51	44	37	55	55	26 = 1000.	

The 2nd antenna well developed; the exopodite 1.3 times as long as the endopodite. The mandible with a large 2nd basal joint; the exopodite as long as the endopodite; the biting part feeble. The 1st maxilla slightly reduced; the spines on the 1st inner lobe much reduced; there is a conical process near the distal part of the outer lobe which carries 7 setae; the exopodite has 10 setae; the endopodite has 4 3 3 setae; the 2nd basal carries 5 setae (fig. *e*). The 2nd maxilla reduced and soft-skined; the endopodite has 3 usual and 5 bud-like sensory setae (fig. *f*). The maxillipede with a large 1st basal joint which is about as long as the 2nd basal; the spinulation on the inner margin of the 1st basal joint is poor (fig. *g*).

The 1st leg as usual; the outer edge spine of the joints of the exopodite long (fig. *h*). In the 2nd leg the 1st basal has 2 oblique rows of spines on the proximal outer margin; the 1st and 2nd basal joints are covered with fine spinules on the posterior surface; the 1st joint of the exopodite bears a row of spines; the 1st and 2nd joints of the endopodite are furnished with groups of spines on the posterior surface; the joints of both exopodite are, beside these rows of spines, covered with minute spinules on the posterior surface; the terminal spine of the exopodite has 43 teeth (fig. *i*). The 3rd leg has 3-jointed exopodite and endopodite, and has the similar appearance as in the 2nd leg, but the 1st joint of endopodite has no remarkable spines on the outer margin; the terminal spine of the exopodite has 31 teeth (fig. *j*). The 4th leg has the endopodite more finely spinulated (fig. *k*).

The 5th pair of legs 5-jointed on each side. The left leg very long, about

1.5 times as long as the combined lengths of the abdominal segments and furca; the terminal joint has 2 apical spines, of which one is longer; the inner margin of the joint is furnished with long coarse hairs near the distal end. The right leg short, extending only to the distal margin of the 1st joint of the left leg; the distal joint pointed at the apex (fig. *l*).

Remarks. The specimen is characteristic in having the 2nd to 4th legs covered with minute spinules on the posterior surface of the joints of both exopodite and endopodite. The 5th pair of legs differs from those hitherto been described males of the genus *Xanthocalanus*.

Occurrence. One male from Suruga Bay in the haul 1000–0 m, November, 1938.

Genus *Brachycalanus* Farran

The genus was created by Farran to accomodate the species which allies closely to *Xantnocalanus* differing from the latter by the structure of the rostrum and the spines on the apical lobes of the 2nd maxilla. The genus was represented by a single species *Brachycalanus gigas* A. Scott collected in the "Siboga" Expedition. Up to the present time no example of the genus has been found in my collection. The genus *Brachycalanus* has the 2nd maxilla which comes near in structure to those of the genus *Lophothrix* Giesbrecht, one of the genera of the family Scolecithricidae. *B. gigas* described by A. Scott is an immature male in the copepodite stage V. The species is also closely allied to *Xanthocalanus* in having the 5th pair of legs similar in structure to that of the immature male of *Xanthocalanus pinguis* Farran which has the 5th pair of legs composed of 4 joints as shown in the figure. The 5th pairs of legs of both species have each an rudimentary endopodite on the 2nd joint, an outer marginal spine on the 3rd joint, and a apical spine on the 4th joint.

Genus *Amallophora* T. Scott

The genus *Amallophora* was established by T. Scott in 1894 and afterwards transferred to *Xanthocalanus* by Giesbrecht and Schmeil. Farran described the female of *A. typica* under the name *Xanthocalanus typicus* in 1908. A. Scott again redescribed *Amallophora* with the description of the male of *A. typica*. Sars (1925) has described the female of *A. typica* from the Atlantic. The 2nd species of the genus, *A. altera* has been described by Farran (1929) in the "Terra Nova" Expedition. But the species appears to remain some doubt in regarding it as a true member of the genus *Amallophora*, though the specimen has a 5th pair of legs similar in structure to that of *A. typica* A. Scott.

Amallophora has, according to A. Scott, the following characters. The rostrum bifurcate; the rami are drawn into slender filaments, but without any

trace of an articulation. In the 2nd maxilla the apical lobes are furnished with large flexible, densely plumose setae; the sensory apparatus is represented by one very large and short-stalked appendage with a densely ciliated head. The 5th pair of legs of the female 3-jointed, and that of the male 5-jointed. The exopodite of the male left 5th leg is long and slender; the right leg is short and rudimentary.

The main differences between *Xanthocalanus* and *Amallophora* are confined to the following: 1) the structure of the rostrum; 2) the structure of the apical portion of the 2nd maxilla; 3) the structure of the 5th pair of legs. The 2nd character emphasized by A. Scott is the presence of a single large sensory appendage on the endopodite of the 2nd maxilla. Farran called attention to the fact that there are, beside a single large sensory appendage, about 5 slender brush-shaped setae on the apex of the 2nd maxilla. These setae are illustrated in Sars' figure (Sars, 1925, pl. 38, fig. 13).

There are other characters which distinguish the genus from *Xanthocalanus*. In the female of *Amallophora* the lateral distal corner of the last thoracic segment is not pointed, whereas, it is sharply pointed at the apex in *Xanthocalanus*. The female 5th pairs of legs are 3 jointed in both *Amallophora* and *Xanthocalanus*, but the distal joint of the leg is furnished with 2 spines in *Amallophora*, and 3 or 4 spines in *Xanthocalanus*; the surfaces of the joint are naked in *Amallophora*, whereas, it is furnished with denticles in *Xanthocalanus*. The 1st maxilla of the female of *Amallophora* has on the 1st inner lobe of the usual slender setae on the inner margin. But these setae are deformed in most cases in the male.

In my collection there occurred 7 males closely allied to *Xanthocalanus* or to *Amallophora*. Two of them are, without doubt, the male of *Xanthocalanus*, and the remainings are to be preferably included in *Amallophora*. These 2 species of *Xanthocalanus* have, as previously mentioned, the same structure in the 2nd maxilla just as found in the female; that is, the apical lobes have coarsely serrated strong spines, and the endopodite has only small sensory setae without any large button-shaped sensory appendage.

The remaining 5 species have almost the same structure in the 5th pair of legs as that of the male of *A. typica* T. Scott (A. Scott, 1909, pl. 36, fig. 8). The 2nd maxilla of these species is furnished on the endopodite with a very large peculiar shaped sensory appendage, and short brush-shaped sensory setae; the apical lobes have long flexible, plumose setae, which are seen in the female of the genus *Amallophora*. According to A. Scott the sensory apparatus of the male of *Amallophora* is represented by one large stout appendage which looks like a sheaf of corn, and long by flexible, plumose setae on the apical portion of the 2nd maxilla, in which the present male specimens differ slightly from the description given by A. Scott. The small brush-shaped sensory setae arising from the endopodite of the 2nd maxilla are apt to be easily overlooked. So far as

the male is concerned, it is very difficult to separate these 5 males from either of the genus *Amallophora* or *Xanthocalanus* only by the structure of the 2nd maxilla, upon which A. Scott laid too much stress.

One of the most distinguished character of identifying the male is the structure of the 5th pair of legs. The mouth appendages of the male are generally reduced or deformed. The male 5th pair of legs of *Amallophora* is characterized by the peculiar structure of the distal joints of the exopodite of the left leg, namely, the 4th joint is furnished with a transverse row of long hairs on the inner distal angle; the 5th joint is furnished with a spine on the apex, and hairs on the inner margin of the joint (A. Scott, 1909, pl. 36, fig. 8). The present males appear to be properly included in the genus *Amallophora* by the reason that they have the similar structure in the 5th pair of legs as observed in the male of *Amallophora typica*. Nevertheless, all of the these male specimens have each beside, a large peculiarly shaped sensory appendage, also slender sensory setae on the endopodite of the 2nd maxilla. This latter character does not coincide with A. Scott's description of the male of *Amallophora*. In other respect, for instance, the structure of the rostrum and the flexible plumose seta arising from the apical lobes, they have the generic characters of the genus *Amallophora* given by A. Scott. Moreover, the present males have, except *A. irritans*, the same structure in the 1st maxilla as is found in the male of *Xanthocalanus greeni* Farran (cf. Sars, 1925, pl. 36, fig. 8; Sewell, 1947, fig. 31, B.), viz. the 1st inner lobe has on the inner margin about 12 soft-skined setae. The female of *Amallophora* has the usual slender setae on the 1st inner lobe of the 1st maxilla, but the male appears to have the deformed setae on the same appendage.

If males of *Xanthocalanus* were strictly confined to those which have in the 2nd maxilla strong curved spines coarsely dentate on the apical lobes, and slender sensory setae on the endopodite, these 5 males should be included in the genus *Amallophora*. The males of the genus *Xanthocalanus* has been described by Sars, Sewell, and Brodsky (1950); they are *X. greeni* Farran, *X. borealis* Sars, and *X. kurilensis* Brodsky. These males have, on the other hand, the similar structure in the 2nd maxilla as in the female of the genus *Amallophora*. So far as the male is concerned, the generic characters of *Xanthocalanus* and *Amallophora* are, at present, very doubtful and inaccurate. It is ardently necessary to have more material both female and male of these two genera before we can settle the question about the generic characters of *Xanthocalanus* and *Amallophora*.

Amallophora serrata sp. nov.

(Fig. 90, *a–l*)

Male. Length, 5.19 mm: cephalothorax, 3.81 mm; abdomen, 1.38 mm. The cephalothorax oblong ovate. The frontal margin of the head rounded in dorsal

aspect, but slightly hollowed in lateral aspect (fig. *b*). The head separates from the 1st thoracic segment; the 4th and 5th thoracic segments are incompletely fused (fig. *a*). The lateral distal corner of the last taoracic segment rounded (fig. *c*). The rostral filaments slender and long, without any trace of articulation with the basal part (fig. *d*).

Fig. 90. *Amallophora serrata* sp. nov.
Male: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment, lateral as aspect; *d*, rostrum, anterior aspect; *e*, 1st maxilla; *f*, 2nd maxilla; *f'*, button-shaped sensory appendage; *g*, maxillipede; *h*, 1st leg; *i*, 2nd leg; *j*, 5th pair of legs; *k*, distal joint of left leg; *l*, distal joint right 5th leg.

The abdomen 5-segmented, the segments and furca in proportions 10:31:29:20:2:8-100. The genital opening is on the left distal margin of the 1st segment. The furcal rami about as long as wide.

The 1st antenna 20-jointed, extends about to the distal end of the 3rd abdominal segment; the joints are in the following proportions:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8-9	10-11-12-13	14
	52	56	32	27	27	27	26	46	120	40

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24 25	
	63	67	72	70	63	78	24	46	42	24	=1000;

the joints 8-9 are fused with the joints 10-12 on the posterior margin; the joint 12 is incompletely separated from the 13th anteriorly; the joints 24 and 25 are completely fused.

The 2nd antenna has the exopodite 1.2 times as long as the endopodite. The mandible has a very voluminous 2nd basal joint. The 1st maxilla as that of the male of *Xanthocalanus greeni* FARRAN; the setae on the 1st inner lobe are soft-skined (fig. *e*). The 2nd maxilla has 3 usual slender setae, 6 small bud-like sensory setae, and one large button-shaped appendage with ciliated head, as shown in the figure, on the endopodite; the outer lobes have each long flexible plumose setae (figs. *f*, *f'*). The maxillipede has reduced number of setae on the basal joints; the 2nd basal joint is furnished with hairs on the anterior proximal margin (fig. *g*).

The 1st leg has 3-jointed exopodite and 1-jointed endopodite; the distal joint of the exopodite is long (fig. *h*). In the 2nd leg the 2nd joint of the endopodite is furnished with 2 groups of long spines on the posterior surface (fig. *i*). The 3rd and 4th legs are each furnished with groups of spines on the posterior surface of the 2nd and 3rd joints of the endopodite.

The 5th pair of legs 5-jointed (fig. *j*). The right leg very short, extending only to the distal margin of the 1st joint of the left leg; the terminal joint has an apical spine; the 3rd joint has a small spine on the outer distal margin (fig. *l*). The left leg very slender and long reaching the distal end of the furca; the terminal joint is small and serrated on the distal margin; the inner proximal margin of the joint is furnished with hairs (fig. *k*); the 4th joint has a tuft of hairs on the inner distal angle; the 3rd joint has a small spine on the outer distal margin; the 2nd joint has a rudimentary endopodite on the inner distal margin.

Remarks. The present male specimen differs from any of the hitherto known species in the structure of the 5th pair of legs. The left 5th leg is similar in structure to that of the right leg of *Scolecithricella ctenopus* GIESBREGHT. In the 2nd to 4th legs the terminal spine of the exopodite is distorted as figured by SEWELL (1929, p. 214, fig. *f'*) and is furnished with teeth of varying sizes but they are more finely arranged in the present male specimen. The systematic position of the present species appears to be somewhat doubtful. Nevertheless, the structure of the 2nd maxilla clearly indicates that the species belongs to the genus

Xanthocalanus. The male of *S. ctenopus* has a slender spine with small denticles on the distal outer margin of the 5th lobe of the 2nd maxilla and 3 long vermiform and 6 bud-like sensory filaments on the endopodite. In the genus *Scolecithricella* the lateral distal corner of the last thoracic segment is usually rounded; in this *S. ctenopus* is a single representative which has a pointed lateral distal corner on the last thoracic segment both in the female and male. The 5th pair of legs of *S. ctenopus* differ in the structure from those usually seen in the males of *Scolecithricella*, and the female 5th leg indicates a close affinity of *S. ctenopus* with the genus *Xanthocalanus* or with *Parundinella* which has been recently established in the family Tharybidae by FLEMINGER (1957). The generic character of *Parundinella* is intermediate between those of *Scolecithricella* and *Xanthocalanus*. At any rate *S. ctenopus* is a stranger in the genus *Scolecithricella*.

Occurrence. One male in Suruga Bay from the depth 1000–0 m, July, 1937.

Amallophora cornifer sp. nov.

(Fig. 91, *a–k*)

Male. Length, 3.00 mm: cephalothorax, 2.16 mm; abdomen, 0.84 mm. The cephalothorax elongate ovate. The head separates from the 1st thoracic segment; the last 2 segments are completely fused (fig. *a*). The frontal margin of the head slightly produced in dorsal aspect and narrowly rounded in lateral aspect (fig. *b*). The lateral distal corner of the last thoracic segment rounded (fig. *c*). The rostrum has a basal part producing forward, to which 2 strong filaments are attached; the filaments attenuate into fine points (fig. *e*).

The abdomen 5-segmented; the segments and furca in the proportions 13 : 27 : 25 : 19 : 6 : 10 = 100. The furcal rami a little wider than long.

The 1st antenna 21-jointed, extends to the distal end of the 2nd abdominal segment; the joints 8 9 10 11 12 are fused, but the joints 8 and 9 are incompletely fused; the total length of the 1st antenna measured 2.75 mm; the joints are in the following proportions:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10–11–12	13	14
	45	52	26	23	26	26	23	130	35	35

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
59	68	71	71	68	39	35	33	55	49	29 = 1000;	

The 1st joint has a moderately large pointed process directing posteriorly on the distal angle of the joint (fig. *d*). The 2nd antenna has the exopodite 1.6 times as long as the endopodite. The mandible has the exopodite as long as the endopodite; the biting part reduced. The 1st maxilla has 9 setae on the outer lobe, 10 setae on the exopodite; the setae on the 1st inner lobe soft-skined (fig. *f*). The 2nd maxilla with one large button-like sensory appendage, and 6 small

bud-like sensory setae on the endopodite; the outer lobes have each long flexible spines (fig. *g*). The maxillipede as usual; the 1st basal joint has a small sensory setae on the anterior proximal margin (fig. *h*).

The swimming legs mutilated except the 1st and 5th. The 5th pair of legs 5 jointed; the right leg short, slightly exceeding the distal margin of the 1st joint of the left leg; the 3rd joint has an outer edge spine; the 5th joint has a small apical and a subapical outer marginal spine. The left leg long, extending

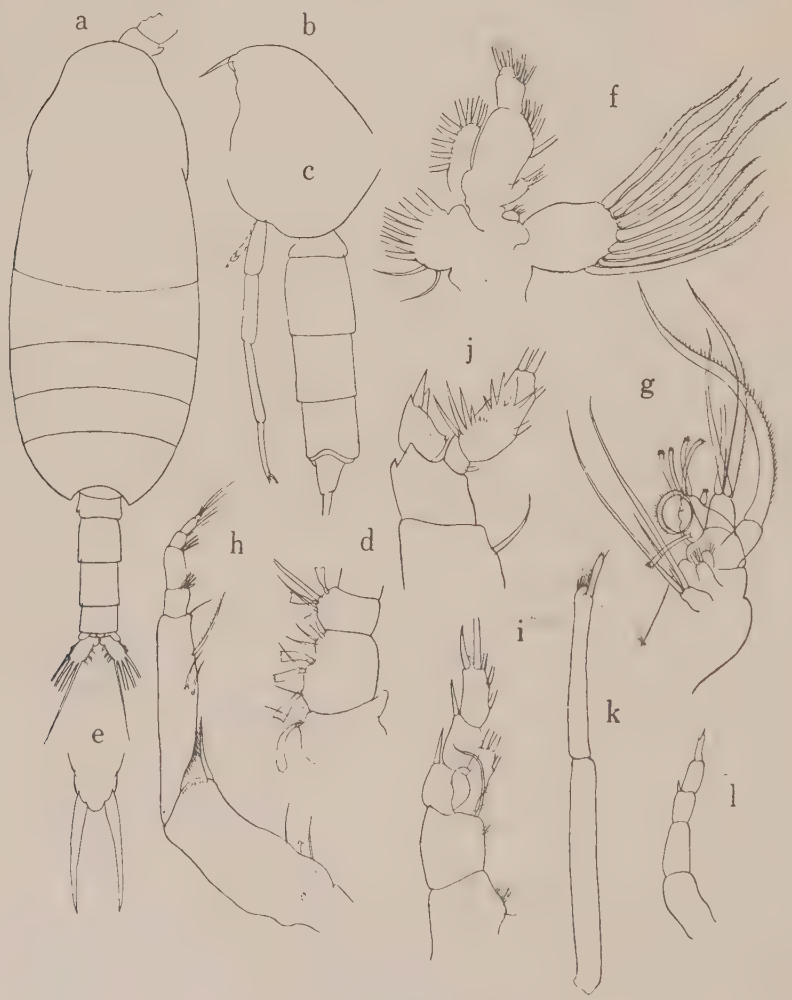


Fig. 91. *Amallophora cornifer* sp. nov.

Male: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *d*, proximal joints of 1st antenna; *e*, rostrum, anterior aspect; *f*, 1st maxilla; *g*, 2nd maxilla; *h*, maxillipede; *i*, 1st leg; *j*, 2nd leg; *k*, distal joints of left 5th leg; *l*, right 5th leg.

about to the distal end of the abdomen; the terminal joint has a small spine and hairs on the distal margin; the 4th joint has a transverse row of spines on the distal outer margin (fig. *k*). The 1st and 2nd legs as figured (figs. *i*, *j*).

Remarks. The specimen can be easily distinguished from other known males by the peculiar process on the 1st joint of the 1st antenna and the structure of the 5th pair of legs.

Occurrence. One male from Suruga Bay in the haul 600–400 m, November, 1937.

Amallophora crassirostris sp. nov.

(Fig. 92, *a–k*)

Male. Length, 3.53 mm: cephalothorax, 2.65 mm; abdomen, 0.88 mm. The cephalothorax oblong ovate. The head separates from the 1st thoracic segment; the 4th and 5th thoracic segments are separate (fig. *a*). The frontal margin of of the head bluntly triangular in dorsal aspect, and slightly sinuate in lateral aspect (fig. *b*). The lateral distal corner of the last thoracic segment rounded (fig. *c*). The rostrum bifurcates; the rami very robust and short, direct outwardly at the apical portion (fig. *d*).

The abdominal segments and furca in the proportions 18:26:20:20:2:14 =1000; the furcal rami parallel, 1.4 times as long as wide.

The 1st antenna 20-jointed, exceeds the distal end of the abdomen by terminal 2 joints; the joints are in the following proportions:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10–11–12–13	14
	13	52	26	26	26	26	28	206	46

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
54	54	54	54	54	44	44	41	59	53	31=1000;

the joints 9–10, and 12–13 are partially separate. The 2nd antenna has the exopodite about 1.4 times as long as the endopodite (10:7); the 2nd joint of the endopodite has 14 setae on the distal margin. The mandible has the endopodite a little longer than than the exopodite (13:15). The 1st maxilla has long setae, somewhat soft-skined in nature, on the 1st inner lobe; the 2nd inner lobe has 2 short setae; the 3rd inner lobe has 2 setae, of which the proximal one is short; the 2nd basal joint has 3 setae, of which the proximal one is strong; the endopodite has 2 : 1 : 3 setae; the exopodite has 9 setae; the outer lobe has 6 setae, of which the distal one is located apart from the rest (fig. *e*). The 2nd maxilla has 5 small sensory setae and one large sensory appendage on the endopodite; the apical lobes have each long flexible setae (fig. *f*). The maxillipede has the basal joints of about equal lengths; the endopodite short, about half the length of the basal joint.

The 1st leg has no interesting features (fig. *g*). The 2nd leg has 3-jointed exopodite and 2-jointed endopodite; the 2nd joint of the endopodite is furnished with 2 groups of spines on posterior surface; the terminal spine of the exopodite much longer than the 3rd joint of the exopodite, and has 56 serration (fig. *h*). The 3rd and 4th legs as usual; the 2nd and 3rd joints of the endopodite of the 3rd leg (fig. *i*) and the 2nd joint of the endopodite of 4th leg (fig. *j*) are furnished with groups of spines on the posterior surface.

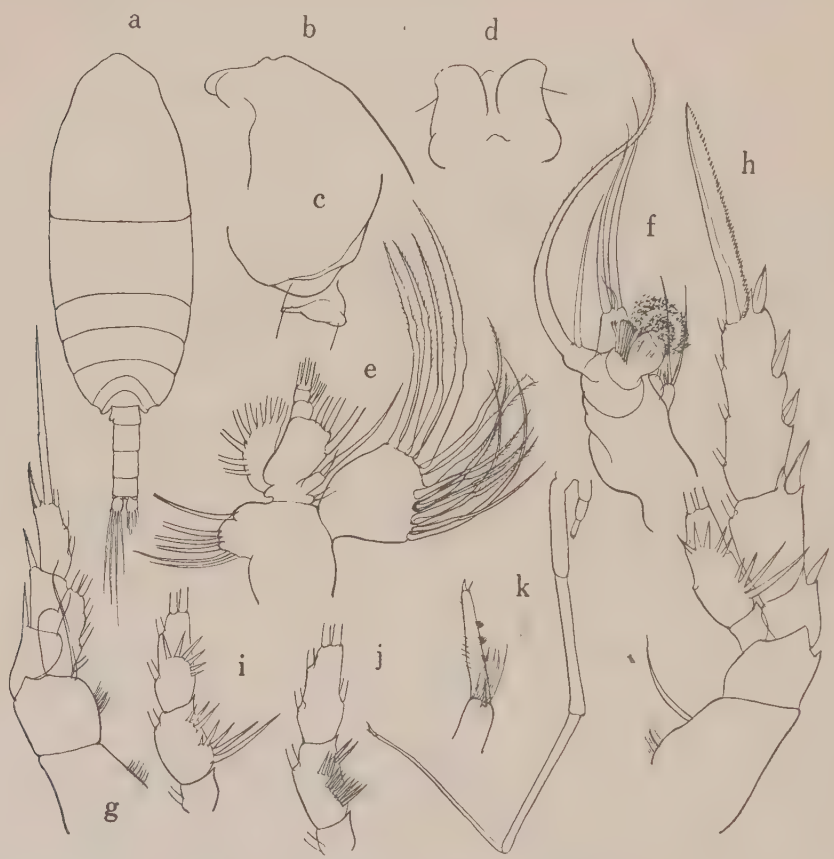


Fig. 92. *Amallophora crassirostris* sp. nov.
Male: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment, lateral aspect; *d*, rostrum, anterior aspect; *e*, 1st maxilla; *f*, 2nd maxilla; *g*, 1st leg; *h*, 2nd leg; *i*, endopodite of 3rd leg; *j*, endopodite of 4th leg; *k*, 5th pair of legs.

The left 5th leg 5 jointed and long, about 2 times as long as the 4th leg including the terminal spine of the exopodite. The distal joint is very small; it is furnished with 2 apical spines, of which the inner one is small, and has tufts of hairs on the lateral margins. The 4th joint is very slender, and has on the distal margin an inner marginal spine and 5 slender spines. The right leg

3-jointed and short, extending about to the middle of the 1st joint of the left leg; the distal joint has small spines (fig. *k*).

Remarks. The present specimen differs from the foregoing males in the structure of the rostrum and in the 5th pair of legs.

Occurrence. One male in Sagami Bay, from the depth 1000-0 m, November, 1937.

Amallophora oculata sp. nov.

(Fig. 93, *a–l*)

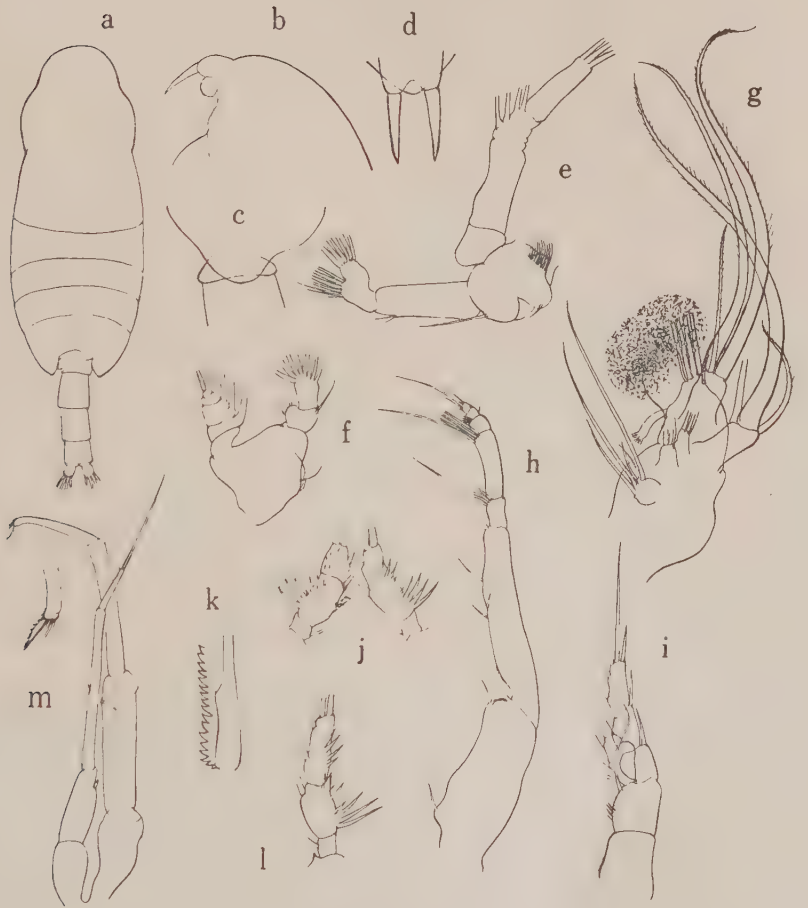


Fig. 93. *Amallophora oculata* sp. nov.

Male: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment, lateral aspect; *d*, rostrum, anterior aspect; *e*, 2nd antenna; *f*, mandible; *g*, 2nd maxilla; *h*, maxillipede; *i*, 1st leg; *j*, endopodite of 2nd leg; *k*, terminal spine of exopodite of 2nd leg; *l*, endopodite of 3rd leg; *m*, 5th pair of legs.

Male. Length, 3.40 mm: cephalothorax, 2.50 mm; abdomen, 0.90 mm. The cephalothorax oblong ovate. The head separates from the 1st thoracic segment; the last 2 thoracic segments are fused (fig. *a*). The frontal margin of the head hollowed near the base of the rostrum when viewed from the lateral (fig. *b*). The lateral distal corner of the last thoracic segment narrowly rounded (fig. *c*). The rostrum consists of 2 strong spines attached to the basal portion (fig. *d*). There is a single ventral eye which is of deep carmine-red under the projection of the forehead (fig. *b*).

The abdominal segments and furca in the proportions 12 : 30 : 26 : 16 : 6 : 10 =100. The furcal rami slightly oblique, about as long as wide.

The 1st antenna 19-jointed, reaches the distal end of the abdomen; the joints 8–14 are fused; the joints are in the following proportions:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10–11–12–13–14			
	21	60	30	27	27	27	27	211			
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	60	66	69	69	63	45	39	33	51	48	27=1000.

The 2nd atenna has the exopodite 1.5 times as long as the endopodite; the 1st basal joint has a tuft hairs on the posterior surface (fig. *e*). The mandible has a robust 2nd basal joint (fig. *f*). The 1st maxilla as that of *Amallophora serrata*, and has fleshy setae on the 1st inner lobe. The 2nd maxilla has a large button-shaped sensory appendage and 5 small brush-shaped sensory setae on the endopodite; the setae on the apical lobes long and flexible (fig. *g*). The maxillipede is slender; the basal joints are furnished with poor setae on the anterior margin; the 2nd joint of the endopodite slender and long (fig. *h*).

The 1st leg as those of the other members of the genus (fig. *i*). The 2nd to 4th legs as usual; the endopodite of the 2nd leg 2-jointed, those of the 3rd (fig. *l*) and 4th legs 3 jointed. The posterior surface of the joints of the endopodite of the 2nd leg had an abnormal structure; the right leg has 3 jointed endopodite as shown in the figure (fig. *j*).

The 5th pair of legs 5-jointed. The terminal joint of the right leg very slender; the 3rd and 4th joints have each an outer marginal spine; the 2nd joint has a small rudimentary endopodite. The terminal joint of the left leg small; the inner margin of the joint serrated; the 4th joint has slender spines on the distal margin; the 3rd joint has a small outer-edge spine; the 2nd joint has a rudimentary endopodite (fig. *m*).

Remarks. The specimen is easily recognized by the possession of a lens at the base of the rostrum and by the structure of the 5th pair of legs.

Occurrence. One male in Sagami Bay from the depth 1000–0 m, November, 1937.

Amallophora irritans sp. nov.

(Fig. 94, *a–j*)

Male. Length, 2.43 mm: cephalothorax, 1.79 mm; abdomen, 0.64 mm. The cephalothorax oblong ovate in dorsal view. The head separates from the 1st thoracic segment. The 4th and 5th thoracic segments incompletely separate (fig. *a*). The lateral distal corner of the last thoracic segment rounded (fig. *c*). The rostrum bifurcate, attenuates into 2 slender filaments (fig. *b*).

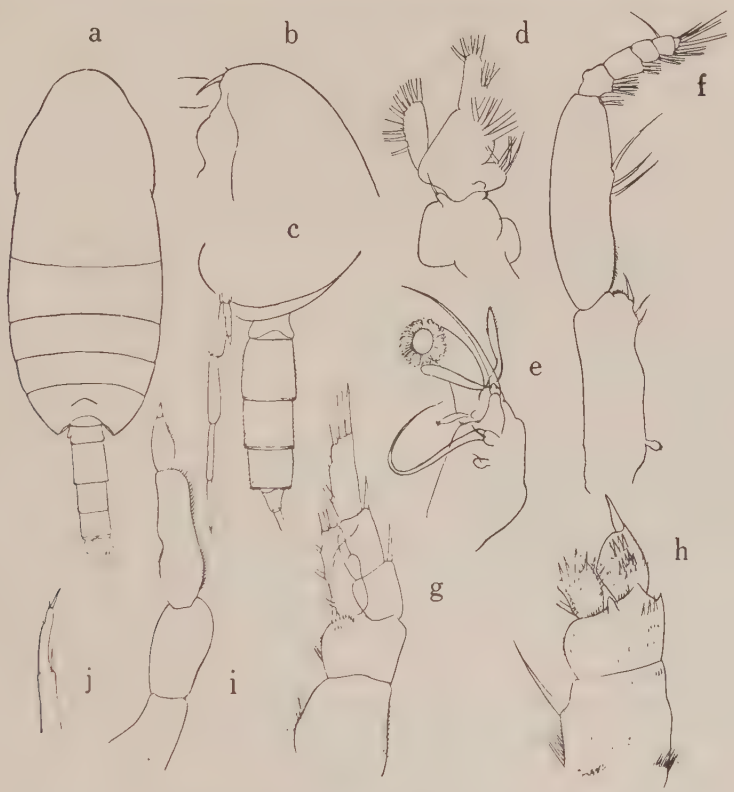


Fig. 94. *Amallophora irritans* sp. nov.
Male: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *d*, 1st maxilla; *e*, 2nd maxilla; *f*, maxillipede; *g*, 1st leg; *h*, 2nd leg; *i*, right 5th leg; *j*, distal joint of left 5th leg.

The abdominal segments and furca in the proportions 14 : 30 : 23 : 20 : 3 : 10 100. The furcal rami a little longer than wide. The 2nd to 4th segments are furnished with fine spinules.

The 1st antenna 23-jointed, extends about to the distal end of the thoracic

segment; the distal 3 joints are broken off; the remaining joints are in the following proportions:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10	11	12	13	14
	14	13	7	6	7	6	7	24	6	7	8	8
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	9	10	10	11	11	9	9	10	—	—	—.	

The 2nd antenna has the exopodite about 1.2 times as long as the endopodite (36 : 29); the posterior surface of the 1st basal joint is furnished with rows of long curled hairs. The 1st maxilla has 10 setae on the exopodite, 5 + 3 setae on the endopodite, 5 setae on the 2nd basal, 4 setae on the 3rd inner lobe; the 1st and 2nd inner lobes are much reduced (fig. *d*). The 2nd maxilla has a single large sensory appendage on the endopodite; no other setae are observed on the endopodite; the setae on the lobes are much reduced (fig. *e*). The maxillipede has a small sensory appendage on the anterior proximal margin of the 1st basal joint; the 2nd basal joint is thick (fig. *f*).

The 1st pair of legs as usual; the distal joint of the exopodite slender and long; the 1st basal joint is furnished with minute spinules on the outer margin; the 2nd basal joint has 2 rows of spinules on the inner distal margin at the base of the endopodite; the basal joints and the joints of the exopodite are covered with very minute spinules on the posterior surface (fig. *g*). In the 2nd to 4th pair of legs the 2nd and 3rd joints of the exopodite and endopodite are broken off. In the 2nd leg the 1st basal joint has a row of hairs on the anterior proximal margin; the 2nd basal has denticles on the inner margin, and several remarkable spines on the posterior surface at the base of both exopodite and endopodite; the 1st joint of the exopodite has several transverse rows of spines, and the 1st joint of the endopodite carries a corona of spines on the posterior surface; the basal joints and joints of the exopodite and endopodite are, beside the remarkable spines, covered with spinules both on the anterior and posterior surfaces (fig. *h*).

The 5th pair of legs 5 jointed. The right leg short, not reaching the distal margin of the 1st joint of the left leg; the distal joint has an apical spine and short hairs on the outer margin; the 3rd and 4th joints are fused; each joint carries short hairs on the outer margin (fig. *i*). The left leg long, exceeding the distal margin of the abdomen; the distal joint has 2 apical spines, of which the outer one is very minute, and a small spine on the distal 1/3 of the outer margin; the 4th joint has a slender spine on the inner distal angle (figs. *c*, *j*).

Remarks. The present specimen differs from the foregoing species in its small size, the structure of 1st to 4th swimming legs, and also in the 5th pair of leg.

Occurrence. One male in Sagami Bay from the depth 1000 0 m, November, 1937.

Genus *Heteramalla* G. O. Sars

The genus comprises a single species, *Heteramalla dubia* (T. Scott). The species has been recorded by A. Scott from the Malay Archipelago, but no example of the genus has been detected in my collection. The genus is characterized by the possession of 2 well developed sensory appendages on the endopodite of 2nd maxilla and 2-jointed exopodite in the 1st pair of legs.

Genus *Onchocalanus* G. O. Sars

Onchocalanus is closely related to the genus *Xanthocalanus* Giesbrecht, from which the former differs in the shape of the rostrum, the structure of the 2nd maxilla, the spinulation of the swimming legs, and also in the shape of the 5th pair of legs. Only a single species, *O. trigonoceps* Sars has been recorded by Sewell from the Indian Seas. A. Scott recorded the occurrence of *O. cristatus* Sars and *O. hirtipes* Sars from the Malayan region; the latter species is identical with *O. affinis* With. In the present collection 3 species have been found from the deep water: *O. trigonoceps* Sars, *O. cristatus* (Wolfenden), and *O. affinis* With.

In the 2nd maxilla of the present genus two of the sensory appendages are stouter than the others. This character indicates that the genus *Onchocalanus* is closely related to *Heteramalla* Sars. The maxillipede has a sensory appendage on the anterior margin of the 1st basal joint; the proximal anterior margin of the 2nd basal joint is rather coarsely denticulated. The 5th pair of legs 3 jointed in the female, 5 jointed in the male. The male has reduced sensory appendages on the endopodite of 2nd maxilla.

Onchocalanus trigonoceps Sars

(Fig. 95, *a–h*)

Onchocalanus trigonoceps Sars, 1925, p. 144, pl. 40; Sewell, 1929, p. 176; Jespersen, 1934, p. 83; Sewell, 1947, p. 139, text-fig. 34; Wilson, 1950, p. 274; Vervoort, 1950, p. 12, figs. 3, 4.

The present specimens are in the copepodid stages. The specimen in the copepodid stage IV measured 4.56 mm in total length. The cephalothorax elongate ovate. The last thoracic segment produced triangularly, pointed at the apex (fig. *h*). The rostrum straight and bifurcate (fig. *i*). The abdomen 3 segmented.

The 1st antenna exceeds the end of the furca by distal two joints. The mouth parts well developed.

The 1st to 4th swimming legs have each 2-jointed exopodite. The 1st joint of the exopodite of the 1st leg has 4 spines at the base of the outer-edge spine.

The 5th pair of legs 3 jointed. The terminal joint has 2 apical spines, of which the outer marginal one is very small. The 2nd joint has a minute outer edge spine (fig. *j*).

The immature female specimen in the copepodid stage V measured 5.94 mm. General appearance as the specimen in the IV copepodid stage (figs. *a*, *b*, *c*).

The abdomen 4 segmented, contained 4 times in the length of the cephalothorax. The furcal rami about as long as wide. There is a small spine at the base of the 4th inner furcal seta.

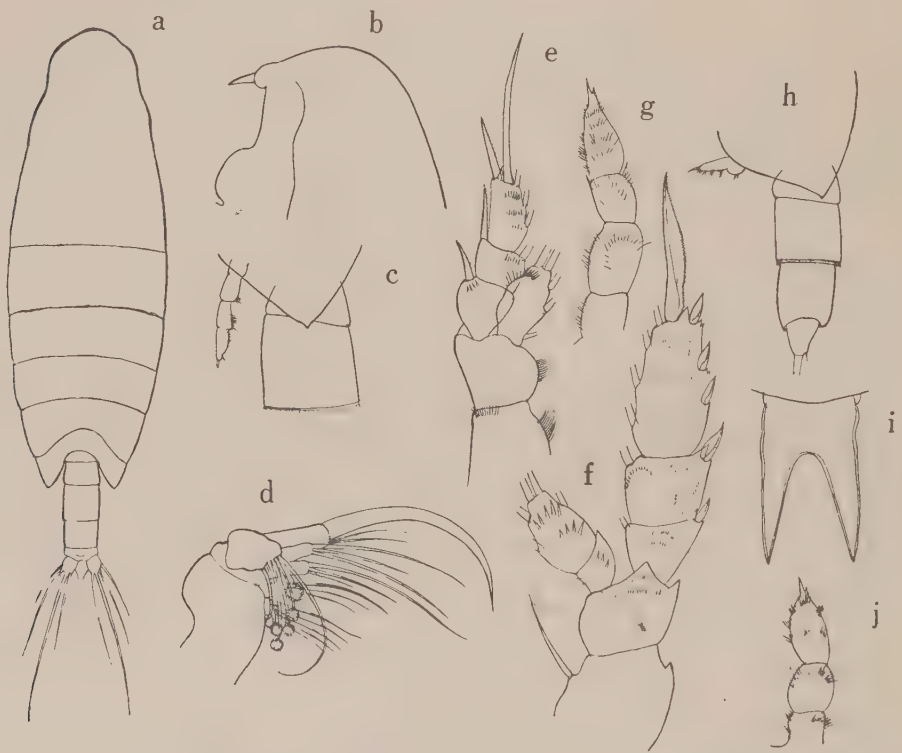


Fig. 95. *Onchocalanus trigonoceps* Sars.
Immature female: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment, lateral aspect; *d*, 2nd maxilla; *e*, 1st leg; *f*, 2nd leg; *g*, 5th leg. Immature female in the copepodid stage IV: *h*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *i*, rostrum, anterior aspect; *j*, 5th leg.

The 1st antenna extends to the end of the furca. The 2nd antenna has the exopodite about as long as the endopodite. The mandible has the exopodite slightly shorter than the endopodite. The 1st maxilla as shown in Sars' figure (pl. XL, fig. 7). The spinulation of the various parts as follows: the outer lobe, 9 setae; the exopodite, 10 setae; the endopodite, 4, 3, 3 setae; the 2nd basal, 5 setae; the 3rd inner lobe, 4 setae; the 2nd inner lobe, 2 setae. In the 2nd maxilla

the 5th lobe has a powerful spine. The distal joints of the endopodite have both bud-like and slender filaments (fig. *d*). The maxillipede slender, the 2nd joint of the endopodite 2 times as long as the 1st.

The 1st leg has 3-jointed exopodite and 1-jointed endopodite. The 1st basal joint has a row of stiff hairs on the distal margin of the anterior surface. The 1st joint of the exopodite has 4 spinules at the base of the outer-edge spine. The 2nd joint has 6 spinules at the base of the inner marginal seta. The 3rd joint has 4, 7, and 7 spinules on the posterior surface (fig. *e*). The 2nd leg has 3-jointed exopodite and 2 jointed endopodite. The posterior surface of the 2nd and 3rd joints of the exopodite are furnished with spinules. The 1st and 2nd joints of the endopodite have each rows of spinules. The terminal spine of the exopodite finely serrated. The teeth at the proximal make fenestella (fig. *f*). The 3rd and 4th legs slightly undeveloped.

The 5th pair of legs 4-jointed, symmetrical. The 3rd joint has a spine on the outer distal margin. The 4th joint has beside bifurcated apical spine, 2 very small ones on the inner margin. All the joints are furnished luxuriously with stiff hairs (fig. *g*).

Remarks. The adult female specimen recorded by SEWELL from the central area of the Arabian Sea measured 7.33 mm. SARS' example from the North Atlantic measured 7.5 mm, WITH's measured 8.3 mm.

Occurrence. Two immature females from Sagami and Suruga Bays in the hauls 1000–0 m, July, 1937.

Distribution. The species has been recorded from the North Atlantic, Mediterranean Sea, Arabian Sea and Antarctic.

Onchocalanus cristatus (WOLFENDEN)

(Fig. 96, *a–g*)

Onchocalanus cristatus FARRAN, 1908, p. 49; A. SCOTT, 1909, p. 82; WOLFENDEN, 1911, p. 277; WITH, 1915, p. 228, pl. 7, fig. 6, pl. 8, fig. 17; SARS, 1925, p. 147, pl. 41, figs. 1–5; JESPERSEN, 1934, p. 84; VERVOORT, 1950, p. 9, figs. 1 and 2; WILSON, 1950, p. 273.

Male. Length 6.20: the cephalothorax, 4.70 mm; the abdomen, 1.50 mm. The cephalothorax elongate ovate. In dorsal view the anterior margin of the head produced, forming a low crest. The lateral distal corner of the last thoracic segment triangularly produced and terminates into a sharp point (fig. *a*). The rostral spines strong (fig. *b*).

The abdomen 5 segmented, contained 3.1 times in the length of the cephalothorax. The segments and furcal rami are in the proportional length 19 : 31 : 25 : 14 : 5 : 5 100. The furcal rami 1.6 times as wide as long. The 2nd to 5th segments are covered with short hairs. The 2nd and 3rd segments are furnished with small teeth on the distal margin (fig. *c*).

The 1st antenna extends to the distal end of the 3rd abdominal segment. The mouth parts as those of the male of *O. trigonoceps* figured by SARS. The 2nd maxilla slightly reduced and soft-skined (fig. *d*).

The 1st leg has 3 jointed exopodite. The 2nd and 3rd joints have each rows of spinules on the posterior surface. The endopodite 1-jointed, bears also a row of spinules on the posterior surface. The 2nd leg has 3 jointed exopodite and 2-jointed endopodite. The posterior surface of the exopodite and endopodite are furnished with groups of spinules. The terminal spine of the exopodite has

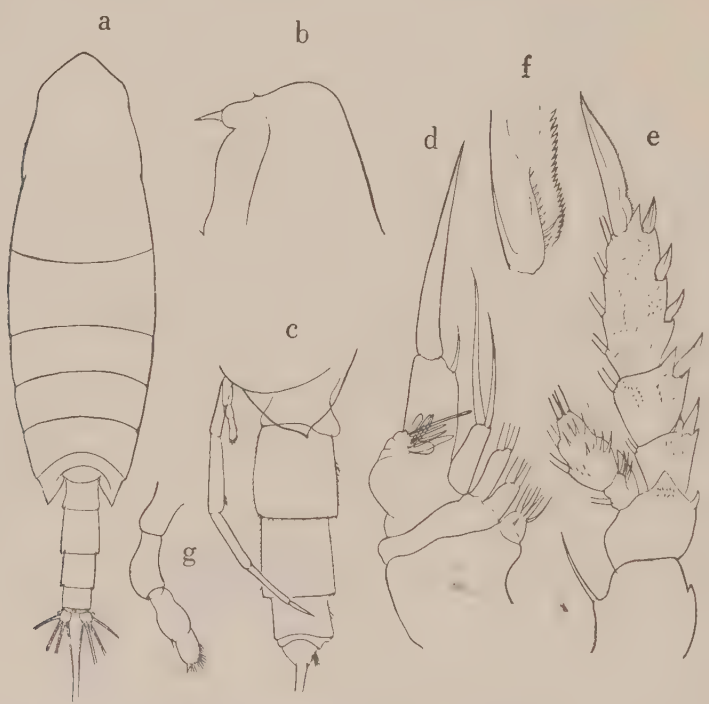


Fig. 96. *Onchocalanus cristaus* (WOLFENDEN).
Male: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *d*, 2nd maxilla; *e*, 2nd leg; *f*, terminal spine of exopodite of 2nd leg; *g*, right 5th leg.

about 60 serrations (fig. *e*, *f*). The 3rd and 4th legs have each 3 jointed exopodite and endopodite. The posterior surface of the joints are furnished with fine spinules.

The left 5th leg 5 jointed and long. The distal joint terminates into a fine spine (fig. *c*). The right leg 3 jointed. The distal joint broad, composed of 3 joints incompletely fused, and is furnished on the distal margin with an outer marginal spine and short hairs (fig. *g*).

Remarks. The specimen resembles the male of *O. trigonoceps* SARS but the median crest of the forehead and the terminal joint of the right 5th leg are the characters which distinguish the present specimen from the former.

Occurrence. One male from Sagami Bay in the hauls from 1000 m to the surface, October, 1937.

Distribution. North Atlantic, Mediterranean Sea and Malay Archipelago.

Onchocalanus affinis WITH

(Fig. 97, *a–h*)

Onchocalanus affinis, WITH, 1915, p. 233, text-fig. 76, a–e, and 76, a–d; SARS, 1925, p. 150, pl. 41, figs. 12–18; SEWELL, 1947, p. 135, text-fig. 32, a–g, and 33, a–e; VERVOORT, 1950, p. 26, text-fig. 14, a, b, c.

Male. Length, 5.86 mm: cephalothorax, 4.63 mm; abdomen, 1.23 mm. The abdomen is contained 3.8 times in the length of the cephalothorax. The cephalothorax oblong ovate. The head separates from the 1st thoracic segment. The 4th and 5th thoracic segments are separate. The lateral distal corner of the last thoracic segment rounded (figs. *a*, *c*). The rostrum has a strong base to which two short spines are attached (figs. *b*, *d*).

The abdominal segments and furcal rami are in the proportional lengths 22 : 29 : 20 : 13 : 4 : 12 : 100. The 2nd to 4th segments are fringed with fine teeth on the distal border. The furcal rami about as long as wide.

The 1st antenna 24 jointed, extends to the distal end of the 4th abdominal segment. The joints 19 and 20 are fused on the right side. The 1st antenna 24 jointed, extends to the distal end of the 4th abdominal segment. The joints 19 and 20 are fused on the right side. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9	10	11	12	13	14
	17	37	25	24	31	29	24	40	32	29	34	47	48
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	63	65	67	63	60	51	45	47	54	57	21 = 1000.		

The joints 20, 21 and 24 are devoid of aesthetasks.

The 2nd antenna has the exopodite 3/4 as long as the endopodite. The mandible has no interesting features. The 1st maxilla has very poor setae on the 1st inner lobe (fig. *e*). The 2nd maxilla has a strong spine on the 5th lobe. The distal joints poorly developed (fig. *f*). In the maxillipede the 2nd basal joint has a row of serrations at the anterior proximal margin. The spinulation of the 1st basal joint much reduced; there is a minute sensory filament at the proximal margin (fig. *g*).

The 1st leg has 3-jointed exopodite and 1-jointed endopodite. The outer

edge spine of the joints slender and long. The posterior surface of the joints of exopodite and endopodite are furnished with groups of spinules (fig. *h*). The 2nd to 4th legs are broken off in the specimen.

The left 5th leg 5-jointed and long. The distal joint has 2 apical spines. The inner margin haired. The 3rd and 4th joints have each a distal spine. The 2nd joint has 3 curved spines near the distal border. The right leg 4-jointed and short, extending a little beyond the distal margin of the 1st joint of the left leg. The distal joint has an apical and a small outer-edge spine (fig. *i*).

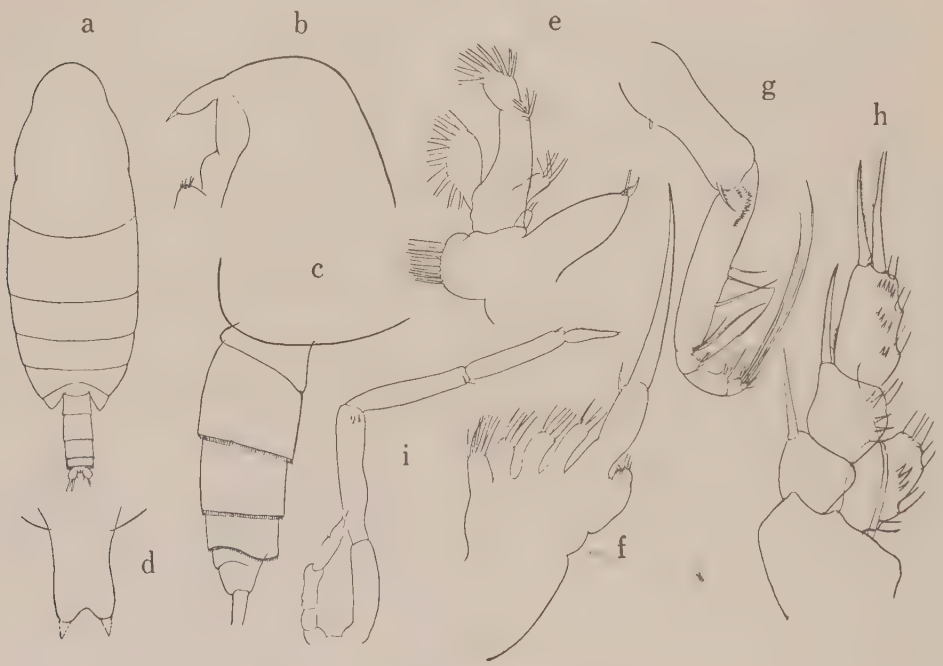


Fig. 97. *Onchocalanus affinis* WITH.
Male: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *d*, rostrum, anterior aspect; *e*, 1st maxilla; *f*, 2nd maxilla; *g*, maxillipede; *h*, 1st leg; *i*, 5th pair of legs.

Remarks. The present male specimen agrees with *O. affinis* WITH in having 3 curved spines on the 2nd joint of the left 5th leg as described and figured by VERVOORT. The female specimen described and figured by A. SCOTT under the name *O. hirtipes* is, according to both SEWELL and VERVOORT, identical with *O. affinis* WITH.

Occurrence. One male in Suruga Bay from the depth 1000–0 m, July 1937.

Distribution. North Atlantic, Arabian Sea, Ombai Strait, and Flores Sea.

Genus *Cornucalanus* Wolfenden

There have 3 species been recorded from the Malayan region and Indian Seas: *Cornucalanus chelifer* (Thompson), *C. simplex* Wolfenden, and *C. indicus* Sewell; among which two species, *C. chelifer* and *C. indicus* occurred in my collection. The genus is distinguished from any of the members of the family Phaennidae by the possession of powerful, curved claw on the 5th lobe of the 2nd maxilla, and strong spines which is coarsely dentate on the 2nd and 3rd joints of the endopodite of the maxillipede.

Cornucalanus chelifer (Thompson)

(Fig. 98, *a–e*)

Cornucalanus chelifer, Farran, 1908, 1908, p. 49; With, 1915, p. 222; Sars, 1925, p. 151; Sewell, 1929, p. 177; Wilson, 1932, p. 74; Jespersen, 1934, p. 84; Wilson, 1950, p. 192; Vervoort, 1957, p. 91.

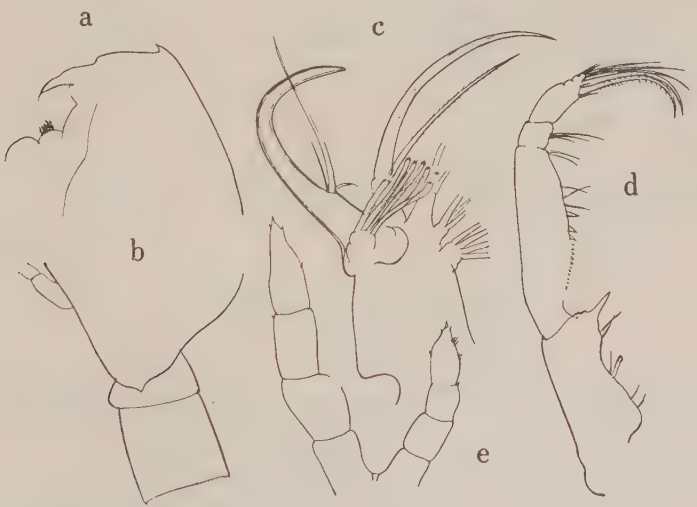


Fig. 98. *Cornucalanus chelifer* (Thompson).
Immature male: *a*, head, lateral aspect; *b*, last thoracic segment, lateral aspect; *c*, 2nd maxilla; *d*, maxillipede; *e*, 5th pair of legs.

Immature male. Length, 5.33 mm. The abdomen is contained about 2.9 times in the legth of the cephalothorax. General appearance as in the adult female. The head has a median spine (fig. *a*). The lateral distal corner of the last thoracic segment produced into a small projection (fig. *b*).

The abdomen 4-segmented; the segments and furca in the proportions 21 : 33 : 24 : 13 : 9 = 100. The furcal rami wider than long (6 : 8).

The 1st antenna 23 jointed, reaches back to the distal end of the last thoracic

segment; the joints 8 9 are fused. In the 2nd maxilla the endopodite has 7 sensory appendages (fig. *c*). In the maxillipede the 2nd basal has a row of spines on the anterior proximal margin, increasing in size distally, and there is a large isolated spine, separated by a short interval from the other (fig. *d*).

The 1st to 4th swimming legs as those of the adult female. The 5th pair of legs 4 jointed on either side; the left leg about 2 times as long as the right (fig. *e*).

Remarks. SEWELL's immature male specimen taken from the Indian Seas measured 5.4 mm. His specimen has no cephalic spine (Text-fig. 64, *a*); the 5th pair of legs is of about equal lengths. As a general rule, the immature male has a general resemblance to the adult female. The immature male of *O. chelifer* should have a median spine on the forehead. SEWELL describes that the general form of the body closely resembles the figure of *Cornucalanus magnus* WOLFENDEN. The 5th pair of legs figured by SEWELL is almost of equal lengths. The present immature male is in the 5th copepodite stage, and has the 5th pair of legs which agrees with the figure given by WITH (pl. VIII, figs. 15, 9). The adult male of the genus *Cornucalanus* has the left 5th leg much longer than the right; in this the immature male described and figured by SEWELL is not identical with *O. chelifer* (THOMPSON).

Occurrence. One immature male in Suruga Bay from the depth 1000–0 m, July, 1937.

Distribution. The species has a wide distribution in the deep waters of the Atlantic and Indo-West Pacific.

Cornucalanus indicus SEWELL

(Fig. 99, *a–g*)

Cornucalanus indicus, SEWELL, 1929, p. 179, text-fig. 66, a–g; BRODSKY, 1950, p. 236, fig. 148; VERVOORT, 1957, p. 93.

Immature female. Length, 6.86 mm: cephalothorax, 5.30 mm; abdomen, 1.56 mm. The head separates from the 1st thoracic segment. The frontal margin of the head rounded, without any trace of a median crest (fig. *a*). The last 2 thoracic segments are separate. The lateral distal corner of the 5th thracic segment produced into a pointed tooth (fig. *b*).

The abdomen 4-jointed; the segments and furca in the proportions 23 : 30 : 21 : 15 : 11 100. The furcal rami as long as wide, and each furnished with a small spine and a seta near the base of the 3rd inner seta on the dorsal surface. The 2nd to 4th segments are striated finely on the marginal cuticle (fig. *c*).

The 1st antenna 24-jointed, reaches back to the posterior margin of the last thoracic segment; the joints 8 9 are fused, but 24 and 25 are separate. The 1st joint produced proximally on the anterior proximal corner (fig. *d*).

The mouth appendages agree fairly well with SEWELL's description and figures. The 2nd maxilla has 7 sensory appendages on the endopodite, of which the distal one is much longer than the others. In the maxillipede the 2nd basal is furnished proximally with a row of fine spinules, the middle part with spines which increases in size distally, and a large isolated spine apart from the others. There is a longitudinal row of denticles, 6 in number, along the anterior margin on the posterior surface. The 1st joint of the endopodite of the maxillipede bears 4 unequal setae; the 2nd joint has a short seta and a long spine

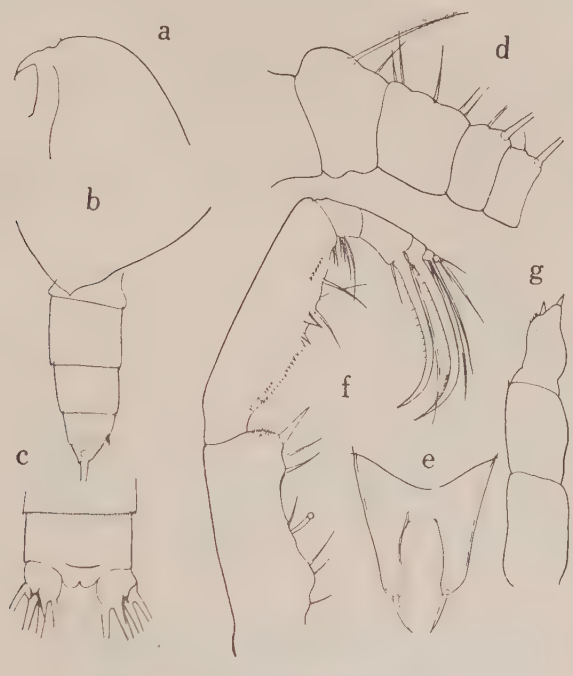


Fig. 99. *Cornucalanus indicus* SEWELL.
Immature female: *a*, head, lateral aspect; *b*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *c*, anal segment and furca, dorsal aspect; *d*, proximal joints of 1st antenna; *e*, rostrum, anterior aspect; *f*, maxillipede; *g*, 5th leg.

coarsely beset with teeth, 11 in number, along the proximal 2/3 of its length; the distal portion of the spine finely denticulated. The 3rd joint of the endopodite has the similar strong spine which has 14 isolated teeth and spinules on the distal portion (fig. *f*).

The 5th pair of legs consist of 3 joints of about equal lengths on either side; the distal joint shows slight indication of demarcation at the proximal 1/4 of the joint (fig. *g*).

Remarks. The present immature specimen is closely related to *C. chelifer*

and also to *C. indicus* Sewell. *C. chelifer* is characterized by the possession of the cephalic spine. The specimen differs from *C. robustus* Vervoort in the structure of the 5th pair of legs. The specimen is not clearly identical with *C. simplex* Wolfenden in its larger size and by the possession of an isolated tooth on the 2nd basal joint of the maxillipede. Brodsky (1950) recorded the occurrence of *C. indicus* from the deep waters of the Far-eastern and Polar Seas. According to Sewell's figure the last thoracic segment produced triangularly but the apex is bluntly pointed. Brodsky's specimen has the last thoracic segment with short sharp point at the apex; the 5th pair of legs figured by Brodsky agree quite well with my figure of the 5th feet of the immature female in the copepodite stage V; the distal joint is furnished with an apical and subapical spines; the surface of the joint is poorly furnished with spinules. Brodsky's specimen measured 8.8–9.24 mm.

Occurrence. Two immature females in Sagami Bay from the depth 1000–0 m.

Distribution. Bay of Bengal, Far-eastern and Polar Seas of the U.S.S.R.

Genus *Cephalophanes* G. O. Sars

The genus has been represented by two species, *C. refulgens* Sars and *C. frigidus* Wolfenden. The latter has been recorded in the "Valdivia" collection from the Antarctic and Indian Oceans by Wolfenden. In my collection there occurred *C. frigidus* from the deep water of Sagami Bay. The geographical distribution of the species has now extended as far northward as the North Pacific.

The genus is closely related to *Xanthocalanus* Giesbrecht, but it is characterized by the possession of a pair of very large eye or luminous organ on the head.

Cephalophanes frigidus Wolfenden

(Fig. 100, *a–e*)

Cephalophanes frigidus, Wolfenden, 1911, p. 284; Steuer, 1926, p. 183, text-fig, 8–14, 15–17; Farran, 1929, p. 254, fig. 20; Vervoort, 1957, p. 93.

Female. Length, 4.75 mm: cephalothorax, 3.87 mm; abdomen, 0.88 mm. The cephalothorax oblong ovate. The head separates from the 1st thoracic segment; the last two segments are separate. The head has a pair of iridescent eyes. The rostral filaments slender. The lateral distal corner of the last thoracic segment rounded with a blunt process on the postero-distal margin (fig. *d*).

The abdominal segments and furca in the proportional lengths 38 : 23 : 19 : 10 : 10 100. The genital segment not produced below. The furcal rami slightly wider than long.

The 1st antenna 24 jointed, exceeds the distal margin of the furca by terminal

2 joints; the length of the 1st antenna is 4.8 mm; the joints are in the following proportions:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8-9	10	11	12	13	14
	44	52	26	26	26	26	26	52	33	37	40	48	48
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	52	55	55	52	48	36	36	36	52	48	36=1000.		

The 2nd antenna has the exopodite about 1.4 times as long as the endopodite (31:23). The mandible has the exopodite as long as the endopodite; the cutting edge rather small. The 1st maxilla has 9 setae on the outer lobe, 10 setae on

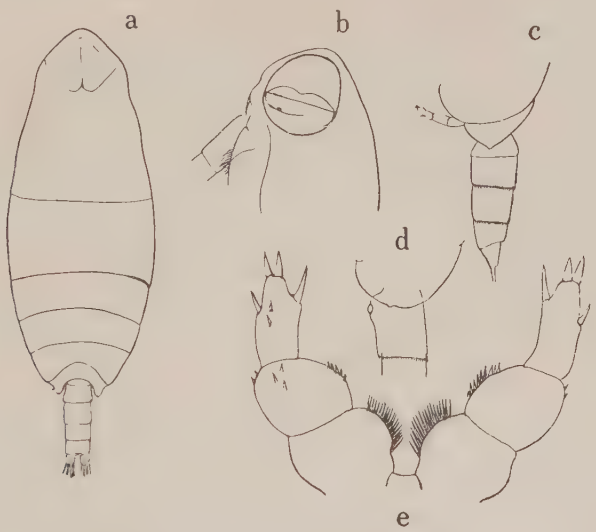


Fig. 100. *Cephalophanes frigidus* WOLFENDEN.
Immature female: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; Female. *d*, last thoracic segment and genital segment, lateral aspect; *e*, 5th pair of legs.

the exopodite, 3 1 2 setae on the endopodite, 5 setae on the 2nd basal, 3 setae on the 2nd basal, 3 setae on the 3rd inner lobe, 2 setae on the 2nd inner lobe, 13 setae on the 1st inner lobe. The 2nd maxilla has 8 sensory appendages on the endopodite, of which the distal one is long and slender, the remainings are bud-like; the spine on the 5th lobe not so strong. The maxillipede as usual; the basal joints are of about equal lengths; the 2nd basal has groups of spinules on the anterior proximal margin.

The 1st to 4th swimming legs as those of the genus *Xanthocalanus*. The 5th pair of legs 3-jointed. The 1st joint robust, produced inwardly, and has a row of long hair-like spines, about 15 in number on the inner margin. The 2nd joint is also

robust, has small denticles on the inner margin about the middle of the joint; the right leg has, beside these marginal denticles, several small spines near the distal margin on the posterior surface. The 3rd joint has 2 apical spines and 2 marginal spines, of which the inner marginal one is longer; the posterior surface of the joint has 2 small spines on the right leg, but these spines are absent in the left leg (fig. *e*). These posterior spines are more in number in Steuer's example, whereas, Farran's specimen has only a single large spine instead of a group of small ones on the posterior surface of the 3rd joint of the right 5th leg.

Immature female. Length, 3.32 mm. The 5th pair of legs as in the adult female, but the spinulation on the inner margin of the 1st and 2nd joints are feeble. The specimen is in the copepodid stage V.

The abdomen composed of 4 segments. The lateral distal corner of the last thoracic segment is more pointed than in the adult female (figs. *a*, *b*, *c*).

Immature male. Length, 3.25 mm. The specimen is in the 5th copepodid stage. The abdomen 4-segmented. The lateral distal corner of the last thoracic segment sharply pointed at the apex in the present specimen, whereas, it is rounded in Steuer's specimen (Steuer, 1926, text-figs. 15–17). In other respects my specimen agrees well with his description and figures.

Remarks. The specimen reported by Wolfenden or Steuer has no inner marginal spine on the 3rd joint of the 5th pair of legs. Farran's specimen from the Antarctic has an inner marginal spine. Farran considered his specimen to be intermediate form between *C. refulgens* Sars and *C. frigieus* Wolfenden. My specimen comes nearest to Farran's example, of *C. frigidus*, taken from the area 66°S and 30–76°S.

Occurrence. One adult female, one immature female and one immature male from Sagami Bay in the hauls 1000–0 m, November, 1937.

Distribution. The species has been recorded from the tropical Atlantic, Indian, and Antarctic Oceans.

Family THARYBIDAE

Sars (1903) created a new tribe Isokerandria comprising 4 families, Diaxiidae, Stephidae, Tharybidae, and Pseudocylopidae. But this tribe has not been accepted by many authors and been advised to drop the tribe as a separate group on account of the fact that some of these families exhibit resemblance partly to Scolecithricidae and partly to Phaennidae. However, the family Tharybidae shows some differences in the structure of the 1st and 2nd maxillae from those of Phaennidae or Scolecithricidae. It seems better not to unite the family into Phaennidae or to Scolecithricidae, and to keep it as a separate family and place it in the neighbourhood of the family Phaennidae and Scolecithricidae.

The family Tharybidae at first comprised the genus *Tharybis* Sars, and the genus *Undinella* Sars has hitherto been comprised in the family Phaennidae. But on comparing *Undinella* with *Tharybis* we find so many common characters between them in the structure of the mandible, maxillae and swimming legs that it is advisable to refer *Undidella* to the genus Tharybidae, which is intermediate one between the families Phaennidae and Scolecithricidae. The 5th pair of legs of the genera belonging to Tharybidae is 3-jointed in the female. This is the character also found in the genera of Phaennidae. The male has the 5th pair of legs as that found in the genns *Lophothrix*, one of the genus of the family Scolecithricidae.

Fleminger has established the third genus *Parundinella*. The genus is characterized by its small size, the possession of an enlarged falcate spine on the 5th lobe of the 2nd maxilla, and 2-jointed 5th pair of legs in the female. The 2nd maxilla of *Parundinella* has 5 or 6 sensory filaments, of which some with apical flagellum; the 5th lobe has, beside the stout spine, 2 sensory filaments and a normal seta; this is the character found in the family Scolecithricidae, and not found in the family Phaennidae. The 5th pair of legs of the female of *Parundinella* have the general resemblance to those of the members of *Xanthocalanus* or *Scolecithricella*. The male 5th pair of legs also indicate a close relationship of the genus with *Scolecithricella* or *Scaphocalanus*. It is justified that Fleminger has placed the genus *Parundinella* in the family Tharybidae.

Genus *Tharybis* G. O. Sars

The genus comprised a single species *T. macrophthalma* Sars taken from the coast of Norway. According to Sars the species belongs to a bottom form. The generic characters defined by Sars as follows: eye present on dorsal face of head; mandible has a characteristic biting part; 1st maxilla has a exceedingly large 1st inner lobe; exopodite and endopodite poorly developed; 2nd maxilla has both worm-like and penicillate sensory filaments in distal segments; maxillipede with robust basals and short endopodite; swimming feet has no spinules on the posterior surface of exopodite and endopodite; 5th pair of feet 3 jointed in the female; terminal joint linear and strongly spinous at tip; in male 5th pair of feet very large and rather asymmetrical, right foot simple.

In the present collection I have been able to detect the second species which appears to be undescribed, to which I propose the name *Tharybis sagamiensis*.

Tharybis sagamiensis sp. nov.

(Fig. 101, *a–h*)

Female. Length, 1.20 mm: cephalothorax, 0.93 mm; abdomen, 0.27 mm. The

cephalothorax ovate and robust. The head fused with the 1st thoracic segment; the 4th and 5th thoracic segments are fused (fig. *a*). The lateral distal corner of the last thoracic segment bluntly rounded (fig. *c*). The rostral filaments fine, attached to the basal portion which projects ventrally (fig. *b*).

The abdomen 4-segmented, the segments are in the proportional lengths 43 : 17 : 17 : 3 : 20 100. The genital segment about as long as wide, slightly asym-

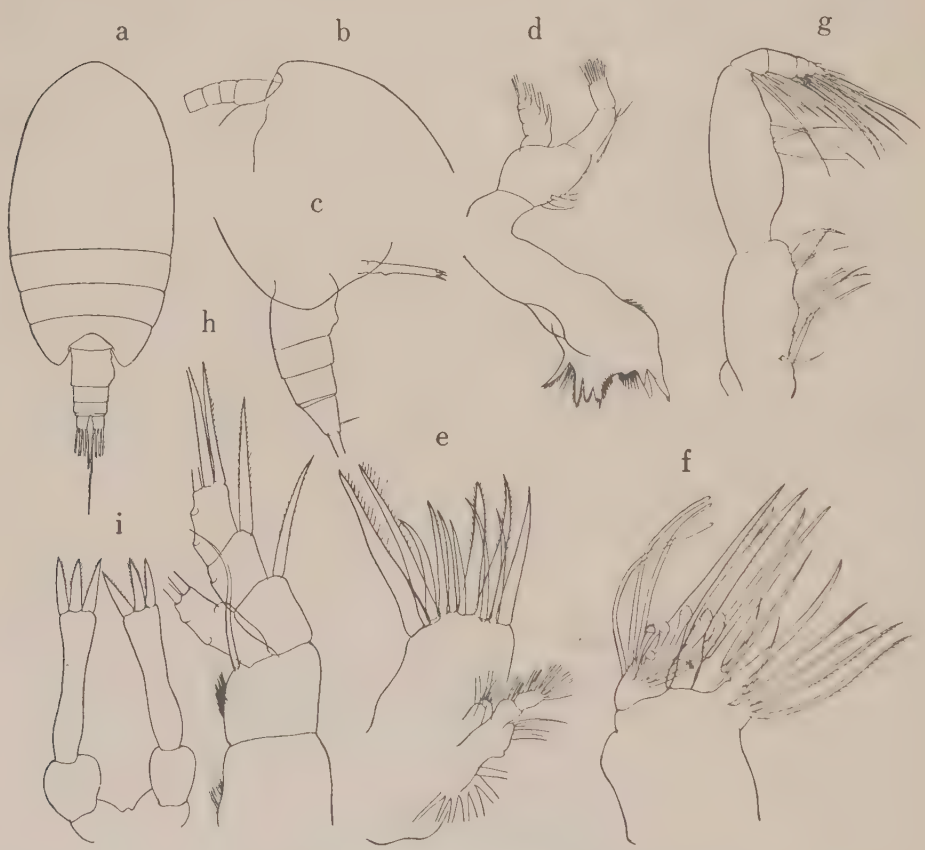


Fig. 101. *Tharybis sagamiensis* sp. nov.
Female: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *d*, 2nd antenna; *e*, 1st maxilla; *f*, 2nd maxilla; *g*, maxillipede; *h*, 1st leg; *i*, 5th apr pair of legs.

metrical; the lateral margin of the right side has a small swelling; the ventral surface slightly swollen below. The 2nd and 3rd segments are striated on the distal margin. The furcal rami about as long as wide.

The 1st antenna 24-jointed, reaches back to the end of the 3rd thoracic segment; the joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9	10	11	12	13	14
	74	85	32	27	27	27	27	53	32	32	37	43	43
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	43	37	37	37	37	27	27	48	63	74	42	=1000.	

The 2nd antenna has the exppodite 2 times as long as the endopodite; the 1st basal joint bears a tuft of hairs on the posterior surface; the distal joint of the exopodite is very long, more than half the length of the exopodite. The mandible has the exopodite shorter than the endopodite; the biting part very strong; the teeth on the inner margin are furnished with stiff hairs (fig. *d*). The 1st maxilla has an exceedingly large masticatory lobe; the exopodite and endopodite are feeble; the outer lobe has 7 setae; the 2nd and 3rd inner lobes have each 2 and 3 setae respectively (fig. *e*). The 2nd maxilla has 3 long worm-like filaments and 6 bud-like sensory filaments on the distal joints; the spine on the 5th lobe is stout but not long. In the maxillipede the 1st basal joint carries a sensory filament on the 3rd lobe; the 2nd basal joint is robust (fig. *f*). The basal joints robust (fig. *g*).

The 1st leg has 3-jointed exopodite and 1-jointed endopodite; the outer edge spines on the joints of the exopodite very long (fig. *h*). The 2nd leg has 3-jointed exopodite and 2-jointed endopodite; the distal joint of the exopodite has 4 inner marginal setae. The 3rd and 4th legs have each 3-jointed exopodite and endopodite. The posterior surface of the exopodite and endopodite of the 2nd to 4th legs are devoid of spinules.

The 5th pair of legs 3-jointed; the 3rd joint long, carries 3 apical spines and a small triangular process near the proximal margin of the posterior surface when viewed from the lateral (fig. *i*, fig. *c*).

Remarks. The specimen very closely resembles *T. macrophthalma* Sars in the structure of the mouth parts and swimming legs but can be distinguished from it by the shape of the genital segment and the structure of the 1st and 5th pair of legs.

Occurrence. One female from Sagami Bay in the vertical haul from 1000–0 m, November, 1937.

Genus *Undinella* G. O. Sars

Sars (1900) created the genus to include a small Calanoida, *Undinella oblonga*, obtained in the Norwegian North Polar Expedition. Wolfenden (1906) described the 2nd species *Undinella simplex*, which is afterwards redescribed by Farran (1908) under the name *Undinella brevipes*. In the earlier period of my collection I have recorded a form closely related to the present genus under the name *Paratharybis frontalis* which should properly be referred to the genus *Undinella*. In addition to the species described, I have been able to detect other 3 species,

of which one appears to be undescribed to which I give the name *Undinella spinifer*.

The genus has been comprised in the family Phaennidae, and closely related to the members of the genus *Xanthocalanus*, yet differs from them in the 2nd antenna, mandible, maxillae, swimming legs, and also in the male 5th pair of legs. The genus differs also from *Tharybis* in less robust body, in the structure of the rostrum, in the sensory filaments of the 2nd maxilla, and in the slender maxillipede.

Undinella oblonga SARS

(Fig. 102, *a–e*)

Undinella oblonga, VAN BREEMEN, 1908, p. 68, figs. 5–9; FARRAN, 1908, p. 50; JESPERSEN, 1934, p. 85; BRODSKY, 1950, p. 276, fig. 186.

Female. Length, 2.56 mm: cephalothorax, 1.81 mm; abdomen, 0.75 mm. The abdomen is contained 2.4 times in the length of the cephalothorax. The cephalo-

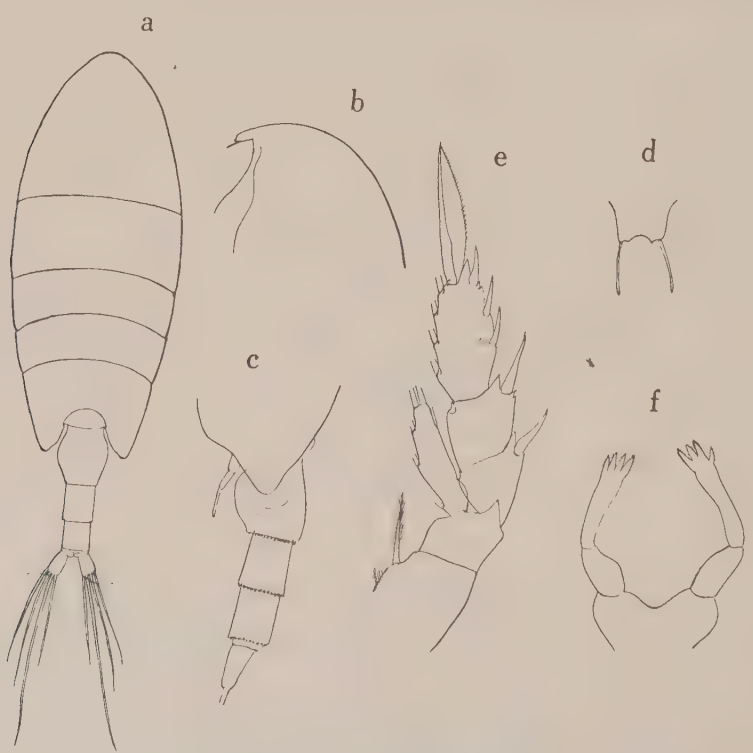


Fig. 102. *Undinella oblonga* SARS.
Female: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *d*, rostrum, anterior aspect; *e*, 2nd leg; *f*, 5th pair of legs.

thorax elongate ovate. The head separates from the 1st thoracic segment; the last 2 thoracic segments are completely fused. The frontal margin of the head contracted (fig. *a*). The lateral distal corner of the last thoracic segment produced triangularly with a rounded tip (fig. *c*). The rostrum has 2 aesthetask-like filaments attached to the basal part which is hollowed at the apex (figs. *b*, *d*).

The abdomen 4-segmented, the segments and furca in the proportional lengths 33 : 24 : 21 : 5 : 17 – 100. The genital segment swollen laterally, about as long as wide. The anal segment short. The furcal rami 1.75 times as long as wide.

The 1st antenna 24-jointed, extends to the distal margin of the genital segment. The mouth parts and the 1st to 4th swimming legs as described by previous authors. In the 2nd leg the 1st and 2nd joints of the endopodite are incompletely fused (fig. *e*).

The 5th pair of legs 3-jointed, the 3rd joint has 4 spines of about equal lengths on the distal margin (fig. *f*).

Remarks. SARS' specimen from the Antarctic measured 3.00 mm.

Occurrence. One female from Suruga Bay in the vertical haul 1260-0 m, December, 1937.

Distribution. The species has been recorded from the waters between East Greenland and Spitzbergen, the Norwegian Sea, Irish Atlantic Slope, Baffin and Davis Strait. The species appears to be an Arctic form.

Undinella brevipes FARRAN

(Fig. 103, *a–f*)

Undinella simplex, WOLFENDEN, 1906, p. 30, pl. 10; *Undinella brevipes*, FARRAN, 1908, p. 50, figs. 1–4; VERVOORT, 1957, p. 95.

Immature male in the copepodid stage V. Length, 1.34 mm. The abdomen is contained 2.6 times in the length of the cephalothorax. The body oblong ovate. The head separates from the 1st thoracic segment; the 4th and 5th thoracic segments are separate (fig. *a*). The lateral distal corner of the last thoracic segment is produced into an acute point (fig. *c*). The rostrum hollowed at the apex, with 2 slender filaments attached to the distal end (figs. *b*, *d*).

The abdomen 4-segmented. The 1st antenna 24-jointed, reaches back about to the end of the 3rd thoracic segment; the joints 8 and 9 are fused. The 1st maxilla reduced, with 4 setae on the exopodite (fig. *e*). The other mouth parts as described by FARRAN.

The 5th pair of legs undeveloped, asymmetrical; the exopodite and endopodite 1-jointed; the exopodite of the right leg longer than that of the left; the endopodite of the right leg small (fig. *f*).

Remarks. Acute distal margins of the last thoracic segment are the charac-

teristic which separate the present species from the other members of the genus. The adult female recorded by FARRAN measured 1.60 mm in total length, and has the last thoracic segment completely fused with the preceding.

Occurrence. One immature female from Sagami Bay from 1000-0 m, November, 1937.

Distribution. The species has been recorded from the North Atlantic.

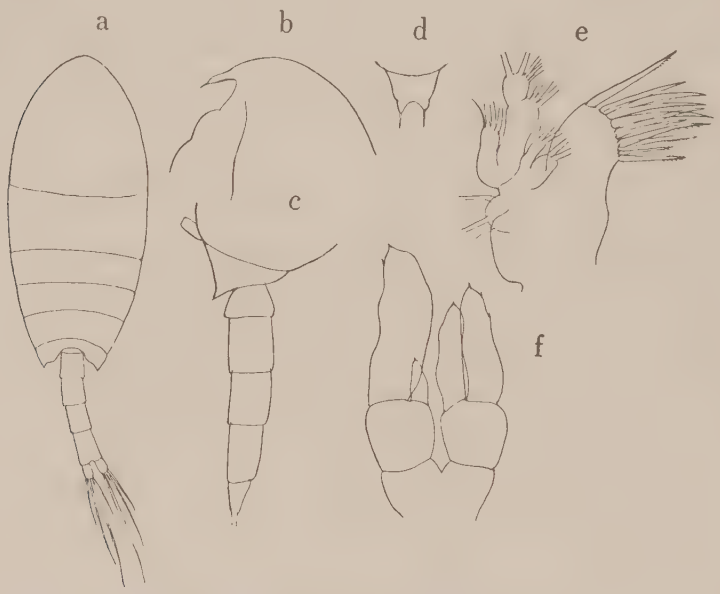


Fig. 103. *Undinella brevipes* FARRAN.
Immature male: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral arpect; *c*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *d*, rostrum, anterior aspect; *e*, 1st maxilla; *f*, 5th pair of legs.

Undinella spinifer sp. nov.

(Fig. 104, *a–h*)

Female. Length, 2.78 mm. Cephalothorax, 2.03 mm; abdomen, 0.75 mm. The abdomen is contained 3.7 times in the length of the cephalothorax. The cephalothorax ovate in dorsal view. The head separates from the 1st thoracic segment; the 4th and 5th thoracic segments are fused (fig. *a*). The lateral distal corner of the last thoracic segment is produced into an acute angle and terminates into point (fig. *c*). The rostral filaments slender attached to the basal part which is concave at the apex (figs. *b*, *d*).

The abdomen 4-segmented; the segments and furca in the proportions 36 : 24 : 21 : 5 : 14 100. The genital segment about as long as wide, not swollen

below. The anal segment short, concealed beneath the foregoing. The furcal rami 1.5 times as long as wide.

The 1st antenna 24-jointed, extends about to the posterior margin of the last thoracic segment; the joints are in the following proportions:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8-9	10	11	12	13	14
	69	77	26	17	17	17	17	34	30	30	34	43	43
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	52	55	52	52	55	52	43	47	52	52	34=1000.		

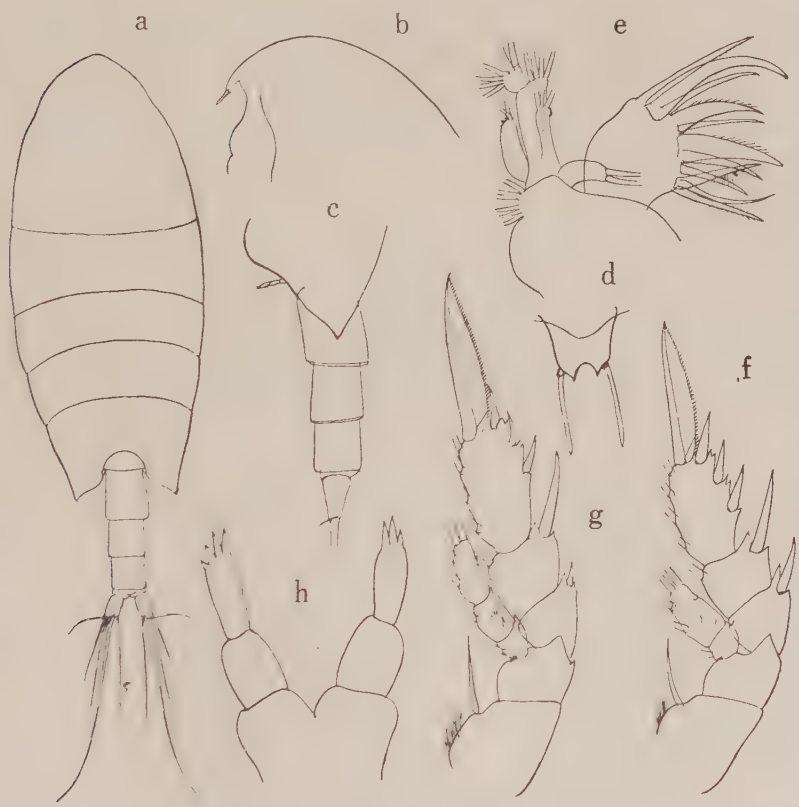


Fig. 104. *Undinella spinifer* sp. nov.
Female: *a*, dorsal aspect; *b*, head, lateral aspect; *c*, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; *d*, rostrum, anterior aspect; *e*, 1st maxilla; *f*, 2nd leg; *g*, 3rd leg; *h*, 5th pair of legs.

The mouth parts as those of the other members of the genus. The spines on the 1st inner lobe of the 1st maxilla are very strong (fig. *e*).

The 1st leg has 3-jointed exopodite and 1-jointed endopodite. The 2nd leg has 3-jointed exopodite and 2-jointed endopodite; the outer edge spine on the

2nd joint of the exopodite long; the 2nd joint of the endopodite has 2 spinules on the posterior surface; the terminal spine of the exopodite has about 50 teeth (fig. *f*). The 3rd and 4th legs have each 3-jointed exopodite and endopodite. In the 3rd leg the 2nd joint of the endopodite has spinules on the posterior surface (fig. *g*). The 2nd basal joint of the 2nd to 4th legs has each very minute spinules on the inner distal corner at the base of the endopodite.

The 5th pair of legs 3-jointed, asymmetrical; the joints are of about equal lengths; the right leg has 4 apical spines, and the left leg has 3 spines on the distal margin (fig. *h*).

Remarks. The present species is closely resembles *U. oblonga* Sars, but can be distinguished from it by the shape of the genital segment and by the short and stout 5th pair of legs.

Occurrence. 2 females from Suruga Bay in the vertical haul 1000–0 m, December, 1937.

Undinella frontalis (Tanaka)

(Fig. 105, *a–f*)

Paratharybis frontalis, Tanaka, 1937, p. 264, fig. 13, a–c, pl. 19, figs. 1–13. (female); *Undinella frontalis* Brodsky, 1950, p. 277, figs. 188, 189; Vervoort, 1957, p. 96.

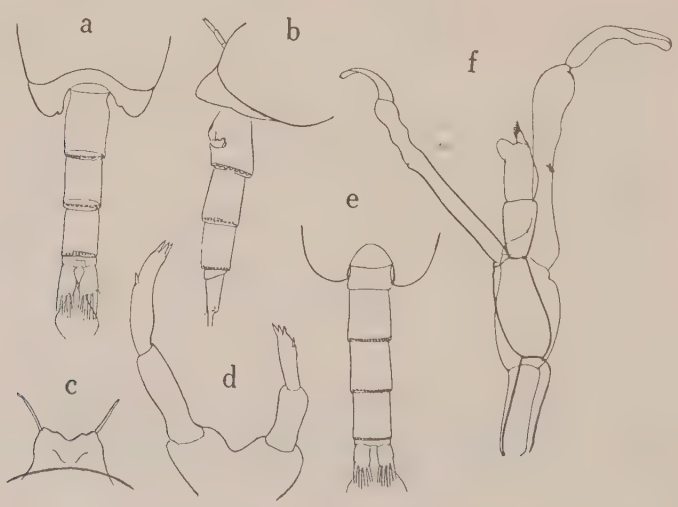


Fig. 105. *Undinella frontalis* (Tanaka).
Female: *a*, thoracic segments and abdomen, dorsal aspect; *b*, thoracic regments and abdomen, lateral aspect; *c*, rostrum, anterior aspect; *d*, 5th pair of legs. Male: *e*, last thoracic segment and abdomen, dorsal aspect; *f*, 5th pair of legs.

Male. Length, 1.95 mm: cephalothorax, 1.41 mm; abdomen, 0.54 mm. General appearance as in the female (figs. *a–d*). The body elongate ovate. The head separates from the 1st thoracic segment. The last 2 thoracic segments are fused. The last thoracic segment symmetrical; the lateral distal corner boldly rounded (fig. *e*). The rostral filaments slender, about as long as the basal part which is concave at the apex.

The abdominal segments and furca in the proportions 12 : 26 : 26 : 23 : 2 : 11 100. The furcal rami 1.5 times as long as wide. The 2nd to 4th segments are finely striated on the distal margin.

The 1st antenna 24-jointed, reaches back to the end of the anal segment; the joints 9 and 10 are partially fused; the joints 20 and 21 are completely fused on the right side, but they are separate on the left side.

The mouth parts and 1st to 4th swimming legs as those of the female.

The 5th pair of legs long, extends, when reflexed, beyond the distal margin of the furca. In the right leg the 2nd basal joint voluminous; the exopodite 2-jointed, the endopodite absent. The left leg has 3-jointed exopodite and endopodite; the endopodite long and slender; the exopodite is about half as long as the endopodite; the 2nd joint of the exopodite is furnished with a large protuberance on the inner distal margin; the 3rd joint of the exopodite small, carries stiff hairs on the inner distal margin (fig. *f*).

Remarks. The female has been described under the name *Paratharybis frontalis* by the specimen taken from Suruga Bay from the depth 500 250 m, June, 1936. The female specimen measured 2.21 mm.

Occurrence. 3 females and one male from Sagami Bay in the haul 1000–0 m. November, 1937. Brodsky's male specimen measured 1.7 mm. Vervoort reports that this rare form also occurred in the "Snellius" collection.

Distribution. The species has been recorded from the Far Eastern and Polar Seas of the U.S.S.R. and the eastern part of the East Indies.

SPECIAL PUBLICATIONS FROM THE SETO
MARINE BIOLOGICAL LABORATORY

BIOLOGICAL RESULTS
OF
THE JAPANESE ANTARCTIC RESEARCH EXPEDITION
10.

PELAGIC COPEPODA

BY

OTOHIKO TANAKA
FISHERIES RESEARCH LABORATORY
KYUSHU UNIVERSITY
TSUYAZAKI, NEAR FUKUOKA, JAPAN

SIRAHAMA, WAKAYAMA-KEN
JAPAN
MARCH 1960

SPECIAL PUBLICATIONS FROM THE SETO
MARINE BIOLOGICAL LABORATORY

BIOLOGICAL RESULTS
OF
THE JAPANESE ANTARCTIC RESEARCH EXPEDITION
10.

PELAGIC COPEPODA

BY

OTOHIKO TANAKA
FISHERIES RESEARCH LABORATORY
KYUSHU UNIVERSITY
TSUYAZAKI, NEAR FUKUOKA, JAPAN

SIRAHAMA, WAKAYAMA-KEN
JAPAN
MARCH 1960

THIS SERIES contains THE BIOLOGICAL RESULTS OF THE JAPANESE ANTARCTIC RESEARCH EXPEDITION and is published by the Seto Marine Biological Laboratory. Parts will appear at irregular intervals as they become ready.

PRINTED IN JAPAN
BY NIPPON PRINTING AND PUBLISHING Co., Ltd.
HUKUSIMA, OSAKA

Issued March 30, 1960

Price 700 Yen

CONTENTS

		Page
I.	INTRODUCTION	1
II.	GENERAL REMARKS ON THE GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION	5
III.	LIST OF SPECIES	7
IV.	SYSTEMATIC ACCOUNT	10
V.	REFERENCES	94
VI.	ILLUSTRATIONS	97

I. INTRODUCTION

IN the present report I have given an account of the free-swimming Copepoda taken by the Japanese Antarctic Research Expedition. The samples were collected on board the R.S. "Sôya" during her second voyage to the Antarctic in 1957.

The material consists of seventeen gatherings, of which twelve were made by straining the circulatory water of the ship's engine with a plankton net and the remaining five by vertical tow-nettings. The stations, dates of the collection and localities are given in the following table:

TABLE 1. List of stations.

No. of Station	Date	Lat.	Long.	Sea Area	Depth (m)
1	Oct. 29, 1957	14°28′N	115°03′E	South China Sea	Surface
2	Nov. 17,	0°08′S	76°15′E	Indian Ocean	"
3	Nov. 18,	11°00′S	72°29′E	"	"
4	Nov. 19,	13°44′S	68°22′E	"	"
5	Nov. 20,	18°54′S	60°39′E	"	"
6	Nov. 22,	21°19′S	56°43′E	"	"
7	Nov. 25,	27°37′S	47°06′E	"	"
8	Dec. 1,	35°09′S	20°13′E	Off Cape of Good Hope	"
9	Dec. 13,	40°56′S	24°38′E	Sub-antarctic	"
10	Dec. 15,	47°41′S	31°48′E	"	"
11	Dec. 16,	50°50′S	35°27′E	"	"
12	Dec. 17,	54°13′S	39°40′E	"	"
13	Dec. 22,	66°06′S	44°10′E	Antarctic	50–0
14	Dec. 23,	66°51′S	41°19′E	"	200–0
15	Dec. 24,	66°59′S	41°08′E	"	200–0
16	Dec. 25,	67°04′S	40°53′E	"	400–0
17	Dec. 28,	67°03′S	40°44′E	"	250–0

Fig. 1. Chart showing the stations at which Copepoda were taken

As is seen from the list given above the gatherings were made in the three main geographical regions: South China Sea, Indian Ocean, and Antarctic Ocean.

The total number of the species found in the material amounts to one hundred. They are fifty-eight species of Calanoida, thirty-seven species of Cyclopoida, and five species of Harpacticoida. The species are inferior in number to the records of the several previous expeditions in the Indian and Antarctic, on account of the fact that the gatherings were chiefly made by straining the surface water except those in the Antarctic. However, the present record will be of use to the knowledge of the fauna in the ocean.

All the specimens here dealt with are kept in the National Science Museum.

II. GENERAL REMARKS ON THE GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION

As shown in the list of species the copepods were abundant both in the numbers of species and specimens at Stations 2, 5 and 8 in the Indian Ocean. Station 2 lies in the Equatorial Counter Current, Station 5 in the Indian Central Water, and Station 8 in the Agulhas Current. In the Antarctic a fairly good number of species were observed at Station 15 to 17. Stations 9 to 14 in the Antarctic were represented by only a small number of species, although at Stations 13 and 14 fished vertically. It appears that copepods gradually increase in number towards south in the Antarctic.

In the South China Sea only a single gathering was made. The sample contained sixteen species. With the exception of two species, *Oithona simplex* FARRAN and *Oncaea clevei* FRÜCHTL, the remaining species are all well known from the neighbouring waters of Japan.

The pelagic Copepoda of the Indian Ocean have been studied by many authors: GIESBRECHT, P. T. CLEVE, A. SCOTT, I. C. THOMPSON and A. SCOTT, WOLFENDEN, O. PESTA, SEWELL, GURNEY, FARRAN, and VERVOORT. SEWELL (1912–1932, 1947) recorded 252 species both from the surface and deep waters of the Indian Seas. His list of species contained almost all the species found in the present collection except the pure Antarctic species.

In the Indian Ocean seven gatherings were made. The first three stations are located in the Indian Equatorial Water, and the remainings in the Indian Central Water. Seventy-five species were found, among which three species appear to be new to science. The remaining seventy-two species are entirely consisted of warm water species, and have a wide distribution in the tropical and temperate regions of the three great oceans with the exception of some indigenous species. The present gatherings in the Indian Ocean showed us that these warm water species were distributed as far south as the Sub-tropical

Convergence, and that no warm water species occurred in the south of Station 8 which is located in the south of the Cape of Good Hope.

The Copepoda of the Antarctic have been chiefly studied by Giesbrecht (1902), Wolfenden (1908, 1911), Brady (1910, 1918), Farran (1919), Hardy and Gunther (1935), and Vervoort (1951, 1957). Wolfenden has shown that immediately to the north of the New Amsterdam Island the character of the faunal changes, so that there is clearly some boundary in this region across which Indian fauna cannot penetrate. In the north of Kerguelen no Antarctic species appears to extend, while the typically sub-tropical species of the Indian Ocean extend as far south as the latitude 30°S where their southern extension to be arrested. The present record also shows that the pelagic Copepoda have the similar geographical distribution as that stated by Wolfenden. There is clearly a boundary between Stations 8 and 9. No warm water species were found in the south of 35°S. Another boundary lies between Stations 12 and 13, across which the Sub-antarctic species cannot penetrate further south and no true Antarctic species extends further north in the surface layer.

In the Antarctic Ocean two regions are distinguished, viz. the Sub-antarctic region and Antarctic region. In the present collection the Sub-antarctic region was represented by the following 10 species:

Calanus simillimus Giesbrecht
Calanus tonsus Brady
Calanoides carinatus (Kröyer)
Undinula vulgaris (Dana)
Paracalanus parvus Giesbrecht
Clausocalanus laticeps Farran
Ctenocalanus vanus Giesbrecht
Oithona similis Claus
Oncaea venusta Philippi
Microsetella rosea Dana

The Sub-antarctic region was thus characterized by a small number of both species and individual, so far as the surface layer is concerned. Among these species *Calanus simillimus*, *C. tonsus*, and *Clausocalanus laticeps* are the true representatives of the Sub-antarctic. *Calanoides carinatus* is widely distributed in the deep waters of the oceans, and the remaining six have also a wide distribution in the surface layer of the oceans.

From the Antarctic region the following twenty-three species were detected:

Calanus propinquus Brady
Calanoides acutus(Giesbrecht)
Rhincalanus gigas Brady
**Ctenocalanus vanus* Giesbrecht
**Microcalanus pygmaeus* (Sars)
**Spinocalanus abyssalis* Giesbrecht
Stephus longipes Giesbrecht
Euchirella sp.
Pareuchaeta sp.
Scolecithricella glacialis Giesbrecht
Racovitzanus antarcticus Giesbrecht
**Scaphocalanus brevicornis* Sars
**Scaphocalanus subbrevicornis* (Wolfenden)
Metridia gerlachei Giesbrecht
Heterorhabdus farrani Brady
Haloptilus ocellatus Wolfenden
Oithona frigida Giesbrecht
**Oihtona similis* Claus
**Oncaea conifera* Giesbrecht
Oncaea curvata Giesbrecht
Oncaea notopus Giesbrecht
**Microsetella rosea* Dana
Tisbe racovitzai (Giesbrecht)

While the first two stations 13 and 14 inclusive were represented by only ten species, the remaining stations taken together had about two times as much species as those of the first two stations. Among these the species marked with asterisk have a wide distribution in the oceans. The remaining fifteen species are the representative of the Antarctic. The occurrence of *Microsetella rosea* at Station 17, seems to be unreasonable. It might have been a dead specimen.

HARDY and GUNTHER have recorded one-hundred species of Copepoda from the waters of the South Georgia Whaling Ground, and discussed the vertical distribution of the important species in the region. In the present collection five vertical hauls were made at Stations 13 to 17 in the Antarctic. But the record shows that it is insufficient to discuss their vertical distribution. From the layer between 50 m to the suface the following seven species were found: *Calanus propinquus, Calanoides acutus, Ctenocalanus vanus, Metridia gerlachei, Oithona similis, Oncaea curvata, Tisbe racovitzai.* The remaining sixteen species taken from the depths below 50 m appear to be usually confined to the intermediate or deep layers in the Antarctic.

III. LIST OF SPECIES TAKEN AT EACH STATION AND INDIVIDUAL NUMBER OF SPECIES

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Total
Calanus propinquus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	8	7	2	15	34
Calanus simillimus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	5
Calanus tonsus	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Nannocalanus minor	—	—	—	—	3	—	—	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46
Calanoides acutus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	18	17	21	60
Calanoides carinatus	—	—	—	—	—	—	—	2	5	—	—	—	—	—	—	—	—	7
Canthocalanus pauper	—	13	—	1	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17
Undinula darwini	—	2	—	—	1	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
Undinula vulgaris	—	5	7	—	—	4	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	18
Eucalanus mucronatus	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Rhincalanus gigas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	5	10	18
Paracalanus aculeatus	—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Paracalanus crassirostris	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Paracalanus denudatus	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Paracalanus nanus	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Paracalanus nudus	—	—	—	—	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35
Paracalanus parvus	2	2	—	—	—	—	—	161	8	—	—	—	—	—	—	—	—	173
Acrocalanus gracilis	1	72	15	6	5	7	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	111
Acrocalanus indicus sp. nov.	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Calocalanus pavo	—	15	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19
Calocalanus plumulosus	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1

(Continued)

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Total
Calocalanus styliremis	3	—	—	—	4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Clausocalanus arcuicornis	—	16	17	17	24	6	95	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	188
Clausocalanus furcatus	—	6	2	3	6	2	1	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47
Clausocalanus laticeps	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2	—	—	—	—	—	—	—	6
Clausocalanus paululus	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Clausocalanus pergens	1	4	—	1	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
Ctenocalanus vanus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	3	2	—	31	11	39	88
Microcalanus pygmaeus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29	4	58	91
Spinocalanus abyssalis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	4	17
Stephus longipes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	3
Euchirella sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	5	8
Euchaeta marina	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Euchaeta wolfendeni	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Pareuchaeta sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	1	7	13
Scolecithrix danae	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Scolecithricella glacialis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11	9	14	35
Racovitzanus antarcticus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	2	7
Scaphocalanus brevicornis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
Scaphocalanys subbrevicornis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	3
Centropages gracilis	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Centropages typicus	—	—	—	—	—	—	—	125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	125
Centropages violaceus	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Pseudodiaptomus nudus sp. nov.	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
Temora discaudata	—	2	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Temora turbinata	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Metridia gerlachei	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	16	28	29	77
Pleuromamma abdominalis	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Pleuromamma gracilis	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Pleuromamma piseki	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
Lucicutia flavicornis	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Heterorhabdus farrani	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Haloptilus ocellatus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
Candacia aethiopica	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Candacia bipinnata	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Candacia catula	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Candacia pachydactyla	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Acartia negligens	—	2	3	—	8	2	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19
Oithona attenuata	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Oithona fallax	—	2	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4
Oithona frigida	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6	—	39
Oithona nana	6	2	—	—	2	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40
Oithona oculata	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1

(Continued)

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Total
Oithona plumifera	—	2	—	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Oithona similis	—	—	—	—	—	—	—	18	3	33	10	—	14	4	180	5	123	390
Oithona simplex	3	130	2	2	18	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	156
Oncaea clevei	7	—	—	—	—	—	—	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23
Oncaea conifera	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	48	20	77	147
Oncaea curvata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	62	6	108	176
Oncaea media	3	14	4	3	5	1	—	240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	270
Oncaea notopus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	8	13
Oncaea venusta	1	10	3	—	12	1	—	14	—	1	—	—	—	—	—	—	—	42
Sapphirina angusta	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Sapphirina gemma	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Sapphirina intestinata	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Copilia hendorffi	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Pseudanthessius minimus sp. nov.	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Corycaeus crassiusculus	—	1	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Corycaeus speciosus	—	5	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Corycaeus longistylis	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Corycaeus andrewsi	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Corycaeys asiaticus	1	4	—	—	1	—	—	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34
Corycaeus dahli	—	—	—	1	—	—	—	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	201
Corycaeus erythraeus	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
Carycaeus subtilis	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
Corycaeus agilis	2	80	36	40	17	13	35	79	—	—	—	—	—	—	—	—	—	302
Corycaeus giesbrechti	—	—	—	—	—	—	2	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23
Corycaeus pacificus	—	1	—	—	—	1	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Corycaeus pumilus	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Corycaeus carinatus	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Corycaeus concinnus	2	137	68	200	79	31	52	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	579
Corycaeus curtus	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Corycaeus gibbulus	8	84	9	12	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	121
Corycaeus longicaudis	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Corycaeus rostratus	—	—	—	—	1	21	50	78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150
Microsetella norvegica	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Microstella rosea	4	65	3	3	7	2	1	6	—	1	—	—	—	—	—	—	1	92
Macrostella gracilis	—	1	—	—	1	26	15	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44
Euterpina acutifrons	—	—	—	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17
Tisbe racovitzai	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	2
Total number of species at each station	16	37	13	19	35	22	10	37	5	6	1	2	6	6	15	20	21	
Individual number at each station	46	701	170	300	268	137	253	1180	28	41	10	8	27	16	419	138	557	

IV. SYSTEMATIC ACCOUNT

CALANOIDA

Family CALANIDAE

Genus *Calanus* LEACH

1. *Calanus propinquus* BRADY

(Plate I, Figs. 1–8; Plate II, Figs. 1–2)

Calanus propinquus, GIESBRECHT, 1902, p. 16, pl. 1, figs. 1–8; WOLFENDEN, 1911, p. 190; FARRAN, 1929, p. 214; VERVOORT, 1957, p. 26.

Occurrence – Sta. 13, Antarctic Ocean, 50–0 m, 1 female, 1 juv.
Sta. 14, „ 200–0 m, 8 juvs.
Sta. 15, „ 200–0 m, 3 females, 4 juvs.
Sta. 16, „ 400–0 m, 2 juvs.
Sta. 17, „ 250–0 m, 6 females, 9 juvs.

Descriptive Notes – Female. Length, 5.50–5.54 mm. Juvs. 3.00–4.70 mm.

The body robust. The proportional lengths of the cephalothorax and abdomen are as 76 to 24. The head in lateral view lowly arched. The posterior margin of the last thoracic segment produced triangularly reaching the middle of the genital segment. The abdomen 4–segmented. The proportional lengths of the segments and furca are: 32 : 19 : : 14 : 11 : 24 – 100. The genital segment about as long as wide, produced slightly below. The genital flap squarish. The furcal rami about 2 times as long as wide. The furcal setae are of crimson-red colour.

The 1st antenna 24–jointed, extends to the end of the furca; the total length of the 1st antenna measured 5.45 mm. The lengths of the joints are in the following proportions:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9	10	11	12	13	14	15	16	17
	46	70	35	28	31	29	33	51	31	33	38	46	48	48	48	49
	18	19	20	21	22	23	24	25								
	49	54	44	44	39	35	26	46 = 1.000.								

The 1st to 4th feet have each 3–jointed exopod and endopod. The outer marginal spine on the 3rd joint of the exopod of the 2nd to 4th feet divides the outer margin in the following proportions which differ slightly from those given by previous authors:

	Present record		Giesbrecht		Vervoort	
	proximal	distal	proximal	distal	proximal	distal
2nd foot	21	22	12	11	20	17
3rd foot	26	22	5	4	9	7
4th foot	29	20	5	3	5	3

The 3rd joint of the exopod and the terminal spine of the same joint are in the following proportional lengths:

	1st foot	2nd foot	3rd foot	4th foot
3rd joints	23	43	46	48
Terminal spine	45	37	36	37

The 5th pair of feet have 3–jointed exopod and endopod. The 1st basal joint has a rather straight row of teeth on the inner margin. The number of the teeth in the present specimen was 17 (Fig. 8). The 1st joint of the exopod has no seta on the inner distal margin. The outer marginal spine on the 3rd joint of the exopods divides the outer margin in the proportions, 26 : 15. The 3rd joint of the exopod and the terminal spine of the same joint are in the proportions, 31 : 32.

Immature specimens in the 5th copepodid stage. Length, 3.94–4.7 mm. The proportional lengths of the cechalothorax and abdomen are about 10 : 3. The abdomen 4–segmented; the segments and furca are in the proportional lengths: 14 : 22 : 17 : 22 : 25 = 100.

The 1st antenna 24–jointed, extends beyond the end of the furca by last 2 or 3 joints. The joints are in the proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9	10	11	12	13	14	15	16	17
	48	63	32	24	28	26	28	46	28	32	38	43	45	48	48	50
	18	19	20	20	22	23	24	25								
	52	54	48	48	43	43	34	51 = 1.000.								

The 1st to 4th feet have each 3–jointed exopod and endopod.

The 5th pair of feet have 2–jointed exopod and endopod. The 1st basal joint indented on the inner margin. The teeth are 15 in number.

Immature specimens in the 4th copepodid stage. Length, 2.84–3.39 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 21 to 6. The abdomen 3–segmented. The segments and furca are in the proportional lengths: 19 : 24 : 31 : 26 = 100.

The 1st antenna extends beyond the end of the furca by last 5 or 6 joints. The joints are in the proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9	10	11	12	13	14	15	16	17
	51	55	27	22	27	24	27	40	27	27	38	44	49	51	49	49
	18	19	20	21	22	23	24	25								
	51	58	53	49	44	47	38	55 = 1.000.								

The 1st to 4th feet have each 2–jointed exopod and endopod. The 5th pair of feet have 1–jointed exopod and endopod. The 1st basal joint is smooth on the inner margin.

Remarks. – An adult female measuring 5.05 mm had an abnormal structure in the 1st antenna. The distal 6 joints were missing. The 19th joint had about 15 long setae on the distal margin of the joint. The setae are of crimson-red colour. A similar example has been reported by Steuer (1910) in *Paracalanus parvus* taken from Quarnero.

Immature specimens of *C. propinquus* are easily confused with the immatures of *Calanus simillimus*. According to Farran (1929) the 2nd to 4th larval stages have the abnormally long 1st antenna. Vervoort (1957) states that a female of *C. simillimus* in the 5th copepodid stage may be easily confused with a female of *C. propinquus* in the copepodid stage IV or III. But the developmental stages of *C. simillimus* are invariably smaller in size than the corresponding stages of *C. propinquus*, and the 1st antennae of the former are shorter. The present immature specimens of *C. propinquus* have the head more vaulted in lateral aspect, which comes near to that of *C. simillimus*.

Distribution. – *Calanus propinquus* is one of the most characteristic species of the Antarctic. According to Farran the adult female is most plentiful between 66°30′S and 76°S. North of 66°30′S very few adults were found though the younger stages were abundant on several stations. The most northern point at which an adult female was taken was 54°38′S in the "Terra Nova" Expedition. In the north of the Antarctic Convergence the adult specimens appear to be very few. According to Vervoort immature specimens increase in the superficial water layer in the localities at or near the Convergence in the BANZARE collection.

2. *Calanus simillimus* Giesbrecht

(Plate II, Figs. 3–10)

Calanus propinquus, Giesbrecht, 1892, p. 91, pl. 7, figs. 31, 34, pl. 8, figs. 14, 22, 24, 32; *Calanus simillimus*, Giesbrecht, 1902, p. 16, pl. 1, figs. 9; Farran, 1929, p. 213; Vervoort, 1957, p. 251.

Occurrence. – Sta. 12, Atarctic, Surface, 4 females, 1 male.

Descriptive Notes. – Female. Length, 2.95 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional length as 76 to 24. The head in lateral view obtusely rounded. The posterior margin of the thoracic segment pointed in dorsal aspect, and reaches the middle of the genital segment. In lateral view the last thoracic segment is triangularly produced into a sharp point.

The abdomen 4–segmented. The segments and furca are in the proportions, 35 : 18 : 14 : 13 : 20 – 100. These proportions agree well with VERVOORT's measurements. The 1st antenna, mouth appendages and swimming feet were considerably mutilated.

In the 5th pair of feet the 1st basal joint has 14 teeth on the inner margin, of which the distal 4 were separated from the rest. The 1st exopodal joint has an inner marginal seta.

Male. Length, 3.18 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportions as 71 to 29. The head more vaulted in lateral view than that of the female. The lateral margin of the last thoracic segment not produced as in the female, but the apex bluntly pointed.

The abdominal segments and furca are in the proportional length :

Segment	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	12	28	17	14	12	17	=100.

The appendages were considerably damaged. The right 5th foot has the 1st basal joint which is shorter than the left, furnished with 19 teeth on the inner margin. The left foot has 21 teeth on the inner margin.

VERVOORT's (1951) specimens from the station 51°11′S, 11°17′E measured 3.50–3.65 mm in the female, and 3.42 mm in the male. FARRAN's specimens from the station south of 60° S measured 2.8–3.2 mm. The species has, according to VERVOORT, the 1st antenna and furcal setae which are very brittle and easily damaged. He found many specimens which have partly regenerated terminal joints of the same appendage.

Distribution. – This species, though it is a Sub-antarctic copepod of the Atlantic region, is widely distributed in the Antarctic. WOLFENDEN rcorded its occurrence from the station 84°01′S, 17°49′E. FARRAN found the form most plentifully between 50° and 60° S. VERVOORT also reports that the species is abundant in the area of the Antarctic Convergence.

3. *Calanus tonsus* BRADY

Calanus tonsus, BRADY, 1883, p. 34, pl. 4, figs. 8, 9; TANAKA, 1956, p. 49, figs. 1–4; VERVOORT, 1957, p. 27, figs. 3–6.

Occurrence. – Sta. 9, Antarctic, Surface, 8 immature females.

Descriptive Notes. – Immature female in the copepodid stage V. Length, 3.39–3.69 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 80 to 20. The abdomen 4–segmented. The segments and furca are in the proportional lengths: 19 : 29 : 21 : 10 : 21 – 100. The 1st to 4th swimming feet have each 3 -jointed exopod and endopod. The 5th pair of feet have 2–jointed exopod and endopod. The 2nd to 4th feet are each furnished with 4 small spines on the distal border of the 2nd basal joint on the posterior surface just as in the adult. The adult female specimens taken at 48° S, 146° E and sent to me by Vervoort measured 4.07–4.24 mm.

Remarks. – *Calanus tonsus* Brady has been confused with *C. plumchrus* Marukawa taken from the North Pacific, and reported under the name *C. tonsus*. But on closer examination, the latter is not *C. tonsus* Brady but is identical with *Calanus plumchrus*. The main structural differences of *plumchrus* are as follows: larger in size; somewhat slender genital segment; reduced teeth on the cutting blade of the mandible; absence of small spines on the distal border of the 2nd basal joint of the 2nd to 5th feet.

Distribution. – The species is a characteristic copepod of the Sub-antarctic epiplankton, and has been recorded chiefly from the north of the Antarctic Convergence. Farran recorded the species from 30° -40° S and 50°–60° S. Vervoort reports that the species is particularly abundant in the New Zealand region and south of Australia.

Genus *Nannocalanus* Sars

4. *Nannocalanus minor* (Claus)

Calanus minor, Giesbrecht, 1892, p. 90, pl. 6, figs. 3, 16, 22, pl. 7, figs. 6, 22, pl. 8, figs. 1, 9, 19, 30.

Occurrence. – Sta. 5, Indian Ocean, Surface, 1 female, 2 immature females.
Sta. 8, " , " 40 females, 3 males.

Female. Length, 1.78–2.00 mm.

Male. Length, 1.37–1.40 mm.

Distribution. – The species has a wide distribution in the three great oceans. The geographical range now extends from 33°N in the Atlantic and 35°N in the Pacific to 35°S in the Indian Ocean.

Genus *Calanoides* Brady

5. *Calanoides acutus* (Giesbrecht)

(Plate III, Figs. 1–9)

Calanus acutus, Giesbrecht, 1902, p. 17, pl. 1, figs. 10–14; Wolfenden, 1908, p. 10, pl. 1, figs. 9, 10; 1911, p. 192; Farran, 1929, p. 216; Vervoort, 1951, p. 41, figs. 25–33; 1957, p. 29.

Occurrence. – Sta. 13, Antarctic, 50–0 m., 3 females.
Sta. 14, „ 200–0 m., 1 immature female.
Sta. 15, „ 200–0 m., 13 females, 5 immature females.
Sta. 16, „ 400–0 m., 13 females, 4 immature females.
Sta. 17, „ 250–0 m., 23 females, 8 immature females.

Descriptive Notes. – Female. Length, 4.58–5.28 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 81 to 19. The body slender, soft-skined and transparent. The head highly vaulted. In some specimen the head slightly carinated at the apex in dorsal aspect. The rostral filaments are long. The lateral margin of the last thoracic segment, when viewed from the side, triangularly produced but narrowly rounded at the distal end which extends about to the middle of the genital segment.

The abdomen 4–segmented. The segments and furca are in the following proportional length : 38 : 17 : 12 : 14 : 19 = 100. The genital segment has a lateral swelling on the proximal 1/4 of the segment. The receptacles are small. The genital flap semi-circular in ventral aspect. The ventral surface of the segment produced slightly near the proximal. The small genital flap produced ventrally. The furcal rami about 2 times as long as wide.

The 1st antenna 25–jointed, exceeds the end of the furca by distal 1 or 2 joints. The joints 8 and 9 are separate. The joints are in the following proportional length :

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	55	47	23	23	27	27	27	33	18	31	35	43	45	51	51	53
	17	18	19	20	21	22	23	24	25							
	53	55	53	49	47	39	35	31	49 = 1.000.							

The 1st to 4th feet have each 3–jointed exopod and endopod. The outer marginal spine divides the outer margin of the 3rd joint of the exopod of the 2nd to 4th feet in the following proportions :

	2nd foot	3rd foot	4th foot
Proximal	18	22	22
Distal	12	13	12

The proportional lengths of the 3rd joint and the terminal spine of the exopod of the 2nd to 4th feet as follows :

	2nd foot	3rd foot	4th foot
3rd joint	30	36	35
Terminal spine	26	28	25

The 5th pair of feet have 3-jointed exopod and endopod. The 1st basal joint is smooth on the inner margin. The 2nd basal joint has a small spine at the base of the outer edge spine. The 1st joint of the exopod has no inner distal seta. The outer marginal spine of the 3rd joint of the exopod divides the outer margin in the proportions, 17 : 9. The 3rd joint of the exopod and the terminal spine of the same joint have the proportional lengths, 12 : 11. The 3rd joint of the endopod has no outer marginal seta.

Immature females in the copepodid stage V. Length, 3.92–4.75 mm. The cephalothorax and abdomen in the proportional lengths as 81 to 19. The abdomen 4-segmented. The segments and furca are in the proportional lengths : 17 : 72 : 15 : 19 : 22–100. The immature specimen of this species are easily recognized by the transparent body and long 1st antenna.

Distribution. – The species is one of the common species of the Antarctic. According to Vervoort the species shows marked decrease in the region of the Antarctic Covergence. In the purely Antarctic localities the adult female is usually taken mixed with the developmental stages. This mode of distribution is shown also in the "Sôya" collection.

6. *Calanoides carinatus* (Kröyer)

(Plate IV, Figs. 1–9)

Calanus brevicornis, Giesbrecht, 1892, pp. 90, 98, 127, 726, 728, pl. 6, figs. 7, 9, 18, pl. 7, figs. 10, 11, pl. 8, figs. 5, 28 ; *Calanus carinatus*, Farran, 1929, p. 215 ; *Calanoides brevicornis*, Tanaka, 1939, p. 251, fig. 1 ; *Calanoides carinatus*, Vervoort, 1947, p. 29, figs. 1, 2, 3.

Occurrence. – Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 2 immature females.
Sta. 9, Sub-antarctic, Surface, 2 females, 3 immature females.

Descriptive Notes. – Female. Length, 3.94 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 82 to 18. The cephalothorax elongate. The anterior margin of the head produced, and narrowly rounded at the apex in dorsal view. The head in lateral aspect is slightly crested on the apical portion. The rostral filaments are long and slender. The posterior lateral margin of the thoracic segment narrowly rounded in lateral view, and extends about to the 2/5 of the genital segment.

The abdomen 4-segmented. The proportional lengths of the segments and furca are : 41 : 16 : 12 : 12 : 19 = 100. The genital segment slightly wider than long. The genital boss produced slightly below. The receptacles large, extend horizontally, when viewed from the lateral, toward the dorsal. The genital flap semi-circular and small. The furcal rami about 1.6 times as long as wide.

The 1st antenna 25-jointed, and measured about 3 mm in total length. The joints are in the following proportional length :

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	77	60	33	30	33	33	33	27	27	27	30	33	40	44	44	44
	17	18	19	20	21	22	23	24	25							
	47	50	50	44	47	40	37	30	40=1.000.							

The 1st to 4th swimming feet have 3–jointed exopod and endopod. The outer marginal spine on the 3rd joint of the exopod of the 2nd to 4th feet divides the outer margin in the following proportions:

Present record	2nd foot	3rd foot	4th foot
Proximal	27	35	37
Distal	23	26	25

These figures differ slightly from those given by GIESBRECHT:

GIESBRECHT's record	2nd foot	3rd foot	4th foot
Proximal	1	7	5
Distal	1	6	3

The 3rd joint of the exopod of the 2nd to 4th feet and the terminal spine of the same joints are in the following proportions:

	2nd foot	3rd foot	4th foot
3rd joint	50	61	62
Terminal spine	50	53	48

The 2nd basal joint of the 4th foot has a small seta at the base of the outer edge spine. This spine is absent in the 2nd and 3rd feet. The 2nd foot has a long and stout outer edge spine on the 1st and 2nd joints of the exopod. The 1st foot has on the 1st joint of the exopod a small conical process on the posterior surface about the middle of the joint which is clearly seen in lateral aspect.

In the 5th pair of feet the outer marginal spine divides the outer margin of the 3rd joint of the exopod in the proportions, 5 : 3. The outer margin of the 3rd joint of the endopod has no marginal seta. The 2nd basal joint has a small seta at the base of the outer edge spine.

These adult female specimens are much larger in size than those previously recorded by GIESBRECHT or by FARRAN. GIESBRECHT's female specimens from

the Atlantic and Indian Oceans measured 2.85–2.25 mm. FARRAN's specimens from the Atlantic measured 2.82 -2.36 mm, and those from New Zealand 3.6–3.06 mm.

Immature females in the 5th copepodid stage. Length, 1.80–2.14 mm (Sta. 8), 3.17–3.31 (Sta. 9). The specimen measuring 2.14 mm had the proportional lengths of the cephalothorax and abdomen as 80 to 20. The general appearance as in the adult female. The posterior lateral margin of the last thoracic segment rather narrowly rounded at the apical portion.

The abdomen 4 -segmented. The segments and furca are in the proportional lengths, 10 : 23 : 14 : 21 : 23 = 100.

The 1st antenna 25–jointed, exceeds the distal end of the furca by last 2 joints.

The 1st to 4th swimming feet have 3–jointed exopod and endopod. The outer marginal spine divides the outer margin of the 3rd joints of the exopod of the 2nd to 4th feet in the following proportions :

	2nd foot	3rd foot	4th foot
Proximal	13	17	20
Distal	13	15	13

These figures agree fairly well with those of the adult female.

The 5th pair of feet have 2–jointed exopod and endopod.

The specimens from the station 9 are larger in size than those from the station 8. But they agree well to minute point of structure with those of the station 8. The specimens from the station 9 are in more advanced stage in the same 5th copepodid.

In the previous paper (TANAKA, 1937) I have recorded the occurrence of *C. brevicornis* from the depth 250 -500 m in Suruga Bay. The specimen measured 2.75 mm. Since then 2 more specimens were obtained from the same region. They measured 2.55 mm and 2.74 mm. These specimens have been kept in good condition and were reexamined.

The forehead has a feeble median crest compared with that of the Indian specimens. The postero-lateral margin of the thoracic segment not pointed, but narrowly rounded at the distal end. The proportional lengths of the outer margin of the 3rd joint of the exopod divided by the outer marginal spine are as follow :

	1st foot	2nd foot	3rd foot	4th foot
Proximal	6	10	13	14
Distal	4	10	10	9

These figures come near to those given by GIESBRECHT except those of the 3rd foot. The proportional lengths of the 3rd joint and the terminal spine of the 3rd joint of the exopod of the 1st to 5th feet as follows:

	1st foot	2nd foot	3rd foot	4th foot	5th foot
3rd joint	10	19	23	23	13
Terminal spine	20	18	17	17	16

SEWELL (1947, p. 15) has concluded that the specimen of *C. brevicornis* from the Izu region might be an immature of *Calanoides patagoniensis* BRADY, on account of the fact that the specimen has a rounded forehead without any trace of a crest, and the pointed postero-lateral margin of the last thoracic segment. VERVOORT (1947, 1957) is of opinion that the specimen from the Izu region is an immature female in the 5th copepodid stage of *C. carinatus* (KRÖYER). My specimen agree quite well with "Snellius" specimens of *C. carinatus*.

Distribution. – The species has now been widely recorded from the Atlantic, Indian and Pacific Oceans. The adult specimens of this species have been obtained from surface layers, whereas, the immatures predominate in deep waters. The specimens taken in the "Snellius" Expedition, or from the Bay of Biscay (FARRAN, 1926), and Suruga Bay (TANAKA, 1937) were all immature.

Genus *Canthocalanus* A. SCOTT

7. *Canthocalanus pauper* (GIESBRECHT)

Calanus pauper, GIESBRECHT, 1892, p. 91, pl. 6, fig. 4, pl. 8, fig. 25.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 female, 2 immature females, 10 males.

Sta. 4, „ Surface, 1 female.

Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 1 female, 2 males.

Female. Length, 1.36–1.47 mm.

Male. Length, 1.37–1.40 mm.

Distribution. – The species is widely distributed in the tropical and subtropical regions of the Indian and Pacific Ocean. But it has been recorded only in small number. From the Atlantic Ocean the species has been recorded by WOLFENDEN who states that the species extends as far south as the Cape of Good Hope. The specimens from the neighbouring waters of Japan measured 1.48–1.62 mm in the female, and 1.40 mm in the male.

Genus *Undinula* A. Scott

8. *Undinula darwini* (Lubbock)

Calanus darwini, Giesbrecht, 1892, p. 91, pl. 6, fig. 5, pl. 7, fig. 29, pl. 8, figs. 11, 37.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 female, 1 immature female.
Sta. 5, „ „ 1 male.
Sta. 6, „ „ 7 females, 1 male, 4 juvs.

Female. Length, 2.00–2.26 mm.

Male. Length, 1.95–2.22 mm.

Immature female in the 5th copepodid stage. Length, 1.80 mm.

Immature female in the 4th copepodid stage. Length, 1.49 mm.

Distribution. – The species has a wide distributian in the tropical and temperate waters of the three great oceans. But it is said to be scarcely distributed in the South Atlantic.

9. *Undinula vulgaris* (Dana)

Calanus vulgaris, Giesbrecht, 1892, p. 92, pl. 6, fig. 11, pl. 7, figs. 2, 24, 27, 28, pl. 8, figs. 13, 17, 35.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 female, 4 immature females.
Sta. 3, Indian Ocean, Surface, 2 females, 2 males, 3 immature females.
Sta. 6, Indian Ocean, Surface, 1 male, 3 immature females.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 1 female, 1 male.

Descriptive Notes. – There are two size groups in the adult female of this species: forma *major* and forma *minor*. These two forms occurred also in the present collection. The female of forma *major* measured 2.52–2.81 mm, and the male 2.41 mm. Forma *minor* measured 1.86 mm. in the female and 1.84–1.87 mm in the male. According to Sewell (1929) forma *major* has a thickened posterior thoracic margin terminating in two spines on the left side. Forma *minor* is distinguished from the former by a well-marked backwardly pointing spine on the same thoracic margin. Vervoort called attention to the fact that there is in the "Snellius" specimens an intermediate form between f. *major* and f. *minor*. The specimen has two spines on the left thoracic margin but the lower spine is slightly developed. I have previously recorded (Tanaka, 1956) *U. vulgaris* from the Izu region. The female specimens measured 2.75–2.81 mm. These specimens are larger in size than those of the Indian Seas reported by Sewell. Some of the Izu specimens have two spines on the posterior thoracic margin as that of forma *major*, while others have one-pointed spine on the

posterior thoracic margin. Thus, we can distinguish two forms according to the shape of the posterior margin of the thoracic segment even in forma *major*.

Distribution. – This surface-living species is widely and abundantly distributed in the tropical and temperate waters of the Atlantic, Indian and Pacific Oceans. It is one of the most common species in Japanese waters.

Family EUCALANIDAE

Genus *Eucalanus* DANA

10. *Eucalanus mucronatus* GIESBRECHT

Eucalanus mucronatus, GIESBRECHT, 1892, p. 132, pl. 9, figs. 9, 26, 34, pl. 25, figs. 15, 35, 38.

Occurrence. – Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 1 immature female.

Descriptive Notes. – Female in the copepodid stage III. Length, 1.84 mm. The cephalothorax, 1.59 mm, abdomen, 0.25 mm. The abdomen including furca 2–segmented. The frontal margin of the head acutely produced but the apex is not so sharply pointed as in the adult female. The mandible has no inner marginal seta on the 2nd basal joint. The endopod 2–jointed. The 2nd joint bears 4 setae, of which the inner marginal one is long.

The 1st to 4th feet have each 1–jointed exopod and endopod.

Remarks. – The present specimen resembles closely *Eucalanus subtenuis* GIESBRECHT in the shape of the forehead. VERTOORT's immature specimens of *E. mucronatus* taken in the "Snellius" Expedition measured 1.75–1.90 mm in the stage III; 1.95–2.20 mm, in the immature female stage IV; 2.30–2.65 mm. in the immature female stage V; and 2.80–3.30 mm in the adult stage. MORI (1937) described *E. mucronatus* from the adjacent waters of Japan but his specimen is not identical with *E. mucronatus* at all. His specimen is a variety of *E. subtenuis* to which FUKASE (1957) has given a name *E. subtenuis* var. *japonica*.

Distribution. – The species is widely but sparlingly distributed in the tropical and subtropical regions of the Pacific, Indian and Atlantic Ocean. The southernmost locality hitherto been recorded is 44°05′S, 147°35′E (VERVOORT, 1957).

Genus *Rhincalanus* DANA

11. *Rhincalanus gigas* BRADY

(Plate V, Figs. 1–6)

Rhincalanus gigas, BRADY, 1883, p. 42; 1, 8, figs. 1–11; *Rhincalanus grandis*, GIESBRECHT, 1902, p. 18, pl. 1, figs. 15–18; SCHMAUS, 1927, p. 361, text-figs. 4, 5, 6, 7.

Occurrence. – Sta. 15, Antarctic, 200–0 m. 2 immature males, 1 juv.
Sta. 16, „ 400–0 m. 1 female, 4 immature females.
Sta. 17, „ 250–0 m. 2 females, 8 immature females.

Descriptive Notes. – Female. Length, 8.30–8.60 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 86 to 14. The frontal margin of the head produced. The rostral filaments slender and long. The lateral posterior margin of the thoracic segment rounded and slightly emarginate. The 3rd and 4th thoracic segments are furnished with a lateral spine on each side.

The abdomen 3–segmented. The anal segment is fused with the furca. The abdominal segments and furca have the proportional lengths, 46 : 12 : 21 : 21 – 100. The genital segment produced ventrally.

The 5th pair of feet are small and 3–jointed. The distal joint carries 3 apical and a marginal setae.

Immature male in the copepodid stage III measured 3.75–4.05 mm.

Immature male in the copepodid stage IV measured 5.39 mm.

Immature males in the copepodid stage V measured 6.90–7.30 mm. The specimen has the abdomen consists of 4 segments. The 1st abdominal segment has 2 dorsal spines. The 5th pair of feet are just described and figured by Schmaus. The endopod of the right foot reduced. In the specimen dissected nerve fibres of the head were clearly observed as shown in the figure (Fig. 2).

Distribution. – This characteristic copepod of the Antarctic is found in all the seas surrounding the Antarctic Continent. Its northern limit is in the Antarctic Convergence. The species is said to have a seasonal vertical migration.

Family PARACALANIDAE

Genus *Paracalanus* Boeck

12. *Paracalanus aculeatus* Giesbrecht

Paracalanus aculeatus, Giesbrecht, 1892, p. 164, pl. 9, figs. 20, 26, 30.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 female.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 2 females.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.78–1.21 mm. The species is easily distinguished from the other members of the genus by the structure of the 5th pair of feet and the hairs on the posterior corner of the last thoracic segment.

Sewell has reported two forms from the Indian Seas, viz. forma *major* and forma *minor* in the female of this species. Sewell's forma *major* measured 0.89–0.99 mm, and forma *minor* 0.69 mm. Vervoort has recorded these two forms which measured 0.90–1.23 mm and 0.80–0.86 mm respectively. Farran's specimens from the Atlantic measured 1.08–1.14 mm. The female specimens

from the Izu region measured 1.18–1.36 mm. The present material contained two forms, of which forma *minor* measured 0.78 mm. The specimen has the abdominal segments and furca in the proportional lengths : 33 : 14 : 11 : 20 : 22 = 100. These measurements agree fairly well with those of forma *minor* given by SEWELL.

Distribution. – The species is widely distributed in the tropical and temperate regions of the Indian, Pacific and Atlantic Oceans.

13. *Paracalanus crassirostris* DAHL

(Plate VI, Figs. 1–7)

Paracalanus crassirostris, GIESBRECHT and SCHMEIL, 1898, p. 24; *Paracalanus crassirostris* forma *typica*, FRÜCHTL, 1924, p. 36; GURNEY, 1926, p. 143, fig. 17, A–E; SEWELL, 1929, p. 72, fig. 27, a, b; DEEVEY, 1948, p. 21.

Occurrence. – Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 1 female.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.505 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 76 to 24. The head fused with the 1st thoracic segment. The last two thoracic segments are incompletely separate. The head is both in dorsal and lateral aspects narrowly rounded. The rostrum short and thick without terminal filament. The posterior margin of the thoracic segment evenly rounded.

The abdomen 4–segmented. The segments and furca are in the proportional lengths : 29 : 12.5 : 12.5 : 21 : 25 – 100. The genital segment wider than long. The genital area as figured by SEWELL (1929, fig. 27, a). The furcal rami 2.4 times as long as wide.

The 1st antenna 24–jointed, extends about to the distal end of the furca. The joints 1 and 2 are fused. The joints 8 and 9 are separate.

The 1st foot has 3–jointed exopod and 2–joinetd endopod. The 1st exopodal joint has a small outer edge spine. The 2nd joint is devoid of outer edge spine. The 3rd joint has 2 spines on the outer margin. The 1st basal joint has no inner marginal seta. The 2nd to 4th feet have 3 jointed exopod and endopod. In the 2nd foot the proximal outer margin of the 3rd joint of the exopod has 5 spinules. The 3rd and 4th feet have each 10 and 9 spinules on the proximal outer margin of thd 3rd joint of the exopod. There is no spinules on the distal outer margin of the same joint.

The 5th pair of feet 2–jointed. The distal joint has 2 apical spines of which the inner one is about 2 times as long as the outer marginal.

According to SEWELL species has the 1st antenna extending to the level of the posterior thoracic margin. The joints 1 and 2 are separate but 8 and 9 are fused in the same appendage.

Distribution. – The species has been recorded from the Gulf of Guinea (T. Scott), Aru Archipelago (Früchtl), Pearl Banks of Ceylon (Thompson and Scott), Coast of Southern Burma, the Chilka Lake, Nicobar Island, Andamans (Sewell), and Suez Canal (Gurney). It is very intresting that Deevey has recorded the species from Tisbury Great Pond, a shallow brackish water pond on the Southern shore of Marthas Vineyard, Massachusetts.

14. *Paracalanus denudatus* Sewell

Paracalanus denudatus, Sewell, 1929, p. 66, fig. 23, a–h; Farran, 1936, p. 80; Tanaka, 1956, p. 368, fig. 6.

Occurrence. – Sta. 1, South China Sea, Surface, 1 female.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.56 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 76 to 24. The abdominal segments and furca are in the proportional lengths : 30 : 15 : 12 : 21 : 22 – 100. The 5th pair of feet 3–jointed.

Remarks. – Sewell's specimens from the Indian Seas measured 0.64 mm. Farran's from the Great Barrier Reef 0.73–0.96 mm. The specimens from Japanese waters 0.73–0.81 mm. The present specimen though much smaller in size than those thitherto been reported agrees quite well with the description and figures given by Sewell or by Farran. The species is closely allied to *P. aculeatus* but can be distinguished from the latter by its small size and by the structure of 5th pair of feet. According to Sewell a row of leaf-like spines that is present on the posterior surface of the 2nd joint of the exopod of 4th foot in *Paracalanus aculeatus* appears to be always absent in *P. denudatus*. But I have observed this row of spines in the female specimens taken from the Izu region.

Distribution. – The species is widely distributed in the Indian Seas and Northwestern Pacific Ocean, and also in the northern area of the Arabian Sea.

15. *Paracalanus nanus* Sars

(Plate VII, Figs. 1–11; Plate VIII, Fig. 9)

Paracalanus nanus, Sars, 1925, p. 26, pl. 6, figs. 10–17; Sewell, 1929, p. 71, fig. 26, a–f.

Occurrence. – Sta. 5, Indian Ocean, Surface, 1 female, 1 male.

Descriptive Notes. - Female. Length, 0.60 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 78 to 22. The head fused with the 1st thoracic segment and so are the 4th with the 5th. The frontal margin of the head narrowly rounded in dorsal aspect but it is obtusely rounded and the

outline is rather straight at the apical portion in lateral aspect. The posterior thoracic margin is narrowly rounded and the ventro-lateral margin is furnished with short hairs. The rostrum is composed, of two strong and slightly curved spines.

The abdomen 4–segmented. The segments and furca have the proportional lengths : 32 : 12 : 14 : 22 : 20 = 100. The genital segment produced moderately below. The receptacle is long and extends more than half the width of the segment when viewed from the lateral. The genital, 2nd, and 3rd segments are furnished with small spines on the posterior margin. The furcal rami 2 times as long as wide.

The 1st antenna 25–jointed, extends about to the distal margin of the 3rd abdominal segment.

The 1st foot has 3–jointed exopod and 2–jointed endopod. The 1st basal joint has a strong spine near the outer distal corner of the joint. The 2nd basal joint has a longitudinal row of spinules along the outer margin. The 1st joint of the exopod has on the inner margin a lateral swelling which is furnished with stiff hairs. The 2nd to 4th feet have each 3–jointed exopod and endopod. The 2nd foot has 7 spinules on the proximal outer margin and 1 spinule on the distal outer margin of the 3rd joint of the exopod. The 2nd joint of the exopod has a leaf-like spine near the base of the outer edge spine. The 1st joint of the exopod has a row of leaf-like spines. The 3rd foot has 10 spinules on the proximal, and 2 spinules on the distal outer margin of the 3rd joint of the exopod. The 4th foot has 11 spinules on the proximal outer margin of the 3rd joint of the exopod. The leaf-like spines absent on the 2nd joint of the exopod.

The 5th pair of feet 2–jointed and small. The distal joint has 2 spines of which the outer marginal one is very short.

Male. Length, 0.57 mm. The cephalothorax and abdomen have the proportional lengths as 76 to 24. General appearance as in the female. There is a transparent swelling on the mid-dorsal line about the opposite position to the base of the 1st antenna. The ventro-lateral margin of the last thoracic segment has no short hairs.

The abdomen consists of 5 segments and furca having the following proportional lengths : 13 : 20 : 15 : 15 : 15 : 22 – 100. The 2nd to 4th segments are striated with fine spinules on the distal margin.

The 1st antenna 23–jointed, extends about to the distal margin of the anal segment. The joints 1 and 2, 3 and 4 are fused. The joints are in the following proportional lengths :

Joint	1–2	3–4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	80	59	32	48	43	27	38	22	32	38	38	43	43	43	46

18	19	20	21	22	23	24	25
46	48	48	48	54	59	43	32 = 1.000.

The 1st to 4th feet as in the female. The right 5th foot 2–jointed and short. The distal joint has 2 apical spines. The left 5th foot long, extends beyond the end of the furca. The 4th joint terminates into a spine. The 5th joint has 2 apical spines of which the outer marginal one is small.

Immature male in the copepodid stage V. Length, 0.56 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 79 to 21. The abdomen 4–segmented. The segments and furca have the proportional lengths: 14 : 19 : 13 : 31 : 23 = 100.

The 2nd to 4th feet have no denticle on the outer margin of the 3rd joint of the exopod. The right 5th foot 2–jointed. The left 5th foot 4–jointed. The terminal joint is long.

Remarks. – The species belongs to *parvus* section. Sars first described the species by the specimen taken near the Azores Island and Madère. The species is easily recognized by its small size, the shape of the posterior thoracic margin, and the 5th pair of feet in the female. The male has not been described, and this is the first record of occurrence.

Distribution. – The species appears to be very sparingly distributed in the temperate areas of the Atlantic, Indian Oceans and Mediterranean Sea.

16. *Paracalanus nudus* Sewell

(Plate VIII, Figs. 1–9)

Paracalanus nudus, Sewell, 1929, p. 76, fig. 30, a–i.

Occurrence. – Sta. 5, Indian Ocean, Surface, 35 females.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.52 mm. The cephalothorax and abdomen have the proportional lengths as 77 to 23. The cephalothorax oblong ovate. The head fused with the 1st thoracic segment, and so are the 4th with the 5th. The frontal margin of the head slightly produced at the apical portion both in dorsal and lateral aspects. The rostrum is composed of 2 spines directing postero-ventrally. The posterior thoracic margin narrowly rounded, and is furnished with a tuft of long hairs which direct backwardly.

The abdomen 4–segmented. The segments and furca are in the proportional lengths, 32 : 12 : 8 : 24 : 24 = 100. The genital segment wider than long, has the proportion as 19 to 16. The ventral surface of the genital segment produced below. The receptacles small. The lateral surface of the segment is furnished with 2 rows of spinules. The furcal rami long, about 2.7 times as long as broad.

The 1st antenna 25–jointed, extends to the level of the anal segment. The joints have the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	93	32	27	27	22	27	27	22	38	27	27	33	38	41	41	41
	17	18	19	20	21	22	23	24	25							
	41	41	44	44	47	55	55	55	55 = 1.000.							

These figures agree in the main with those given by SEWELL.

The swimming feet and 5th pair of feet as described and figured by SEWELL. There is no spinule on the outer margin of the 3rd joint of the exopod of 2nd to 4th swimming feet.

Distribution. – The species has been recorded only from the Indian Seas.

17. *Paracalanus parvus* GIESBRECHT

Paracalanus parvus, GIESBRECHT, 1892, p. 164, pl. 1, fig. 5, pl. 6, figs. 28–30, pl. 9, figs. 5, 11, 25, 27, 31, 32.

Occurrence. – Sta. 1, South China Sea, Surface, 1 male, 1 immature male.
Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 2 females.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 158 females, 3 males.
Sta. 9, Sub-antarctic, Surface, 5 females, 2 males,
1 immature female.

Remarks. – There have been reported two size groups. WOLFENDEN has termed the boreal form as var. *borealis*, and topical or subtropical form as var. *indicus*, the respective sizes being 1.0–1.1 mm in *borealis* and 0.8–1.0 mm. in *indicus*. SEWELL's specimens from the Indian Seas measured 0.76 mm in the female, and 0.74 mm in the male. FARRAN recorded the species from the tropical and temperate areas of the Atlantic. His specimens measured 0.75–1.02 mm in the female, and 0.82–1.02 mm in the male, and those from the Great Barrier Reef 0.72–0.90 mm in the female. I have previously reported two forms from the Japanese waters. They measured 0.74–0.82 mm in forma *minor*, and 0.92–0.98 mm in forma *major*. These forms differ each other in size, shape of the cephalothorax, and also in the structure of the swimming feet. The present specimens measured 0.85–0.99 mm in forma *major* and 0.69–0.7 mm in forma *minor*, and the male specimens measured 0.76 mm.

Distribution. – The species has a wide distribution in the tropical and temperate areas of the Atlantic, Indian and Pacific, also from the Mediterranean, Black Sea, North Sea, Arabian Sea, and Antarctic.

Genus *Acrocalanus* GIESBRECHT

18. *Acrocalanus gracilis* GIESBRECHT

(Plate IX, Figs. 1–4)

Acrocalanus gracilis, GIESBRECHT, 1892, p. 171, pl. 6, fig. 27, pl. 10, fig. 35.

Occurrence. – Sta. 1, South China Sea, Surface, 1 immature female.
Sea. 2, Indian Ocean, Surface, 72 females.
Sta. 3, Indian Ocean, Surface, 7 females, 6 immature females, 2 immature females.
Sta. 4, Indian Ocean, Surface, 1 female, 3 immature females, 2 immature males.
Sta. 5, Indian Ocean. Surface, 4 females, 1 immature female.
Sta. 6, Indian Ocean, Surface, 4 females, 2 males, 2 immature females.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope Surface, 5 females.

Female. Length, 1.05–1.34 mm.

Male. Length, 1.19 mm.

Remarks. – Farran's specimens from the Great Barrier Reef measured 1.20–1.30 mm in the female. Sewell's specimens from the Indian Seas measured 1.0 mm in the female, and 0.80–1.00 mm in the male. The specimen from Japanese waters 1.25–1.32 mm in the female and 1.20–1.24 mm in the male.

A female specimen measuring 1.22 mm had an abnormal 5th foot composed of 4 joints on the left side. The distal outer margin of the exopod of the 3rd foot was furnished with very minute spines.

Distribution. – The species has a wide distribution in the tropical and temperate areas of the Atlantic, Indian and Pacific Oceans.

19. *Acrocalanus indicus* sp. nov.

(Plate IX, Figs. 5–9)

Occurrence. – Sta. 5, Indian Ocean, Surface, 5 males.

Descriptive Notes. – Male. Length, 0.43 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 73 to 27. The cephalothorax robust. The anterior margin of the head is broadly rounded in lateral view. The posterior margin of the thoracic segment evenly rounded when viewed from the lateral. The rostral spine small. There is no small swelling on the mid-dorsal line of the head.

The abdomen 5–segmented. The segments and furca are in the proportional lengths: 22 : 22 : 13 : 11 : 13 : 19 = 100. The genital segment 1.6 times as wide as long. The furcal rami about 2 times as long as broad.

The 1st antenna 20–jointed, extends to the level of the genital segment. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3–4–5	6–7	8	9	10–11–12	13	14	15	16	17	18
	75	30	75	26	26	38	94	42	45	45	45	45	49

	19	20	21	22	23	24	25
	49	57	56	60	60	38	45 = 1.000.

The joints 10–11–12, and 13 are furnished with short hairs on the posterior margin.

The 1st foot has 3–jointed exopod and 2–jointed endopod. The inner edge seta on the 2nd basal joint was not observed. The 2nd and 3rd joints of the exopod are furnished with small spines on the posterior surface. The 2nd joint of the endopod has 2 inner marginal, 2 apical, and 1 outer marginal setae. The 2nd foot has 3–jointed exopod and endopod. The 2nd and 3rd joints of the exopod have no minute spine on the outer margin. The 3rd joint of the endopod has 6 setae in all.

The right 5th foot absent. The left foot long and 5–jointed. The joints are in the proportional lengths: 32 : 13 : 23 : 20 : 13 = 100. The 1st joint is very voluminous. The 4th joint has a small inner distal spine. The 5th joint has 2 apical spines.

Remarks. – The present male specimen differs from the male of *Paracalanus* in having only left foot, in the number of setae on the 3rd joint of the endopod of the 2nd foot, and in the absence of a small swelling on the mid-dorsal line of the head. But absence of spines on the outer margin of the exopod of the 2nd to 4th feet indicates that the specimen come near to *Paracalanus nudus*. SEWELL (1929) called attention to the fact that in both genera *Paracalanus* and *Acrocalanus* there were tendency to the reduction in certain species of the marginal spines on the exopod of the swimming legs.

Distribution. – Central area of the Indian Ocean.

Genus *Calocalanus* GIESBRECHT

20. *Calocalanus pavo* (DANA)

Calocalanus pavo, GIESBRECHT, 1892, p. 175, pl. 1, fig. 13, pl. 4, fig. 15, pl. 9, figs. 3, 4, 13, 19, pl. 35, figs. 43–45.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 10 females, 5 immature females.
Sta. 3, Indian Ocean, Surface, 1 female.
Sta. 4, Indian Ocean, Surface, 2 females.
Sta. 5, Indian Ocean, 1 immature female.

Female. Length, 0.79–0.91 mm.

Distribution. – The species has a wide distribution in the tropical and temperate areas of the Atlantic, Indian, and Pacific Oceans, also from the Mediterranean Sea, Arabian Sea, Red Sea, and Celebes Sea.

21. *Calocalanus plumulosus* (CLAUS)

Calocalanus plumulosus, GIESBRECHT, 1892, p. 176, pl. 3, fig. 5, pl. 9, figs. 2, 22, pl. 36, figs. 39–42.

Occurrence. – Sta. 4, Indian Ocean, Surface, 1 female.

Female. Length, 0.92 mm.

Distribution. – Though the species is widely distributed in the tropical and temperate waters of the Atlantic, Indian and Pacific Oceans, and also in the Mediterranean Sea, its occurrence appears to be very sparing.

22. *Calocalanus styliremis* Giesbrecht

Calocatanus styliremis, Giesbrecht, 1892, p. 176, pl. 9, figs. 15, 18, 29, pl. 36, figs. 46, 48.

Occurrence. – Sta. 1, South China Sea, Surface, 1 female, 2 immature females.
Sta. 5, Indian Ocean, Surface, 3 females, 1 immature female.
Sta. 7, Indian Ocean, Surface, 1 immature female.

Female. Length, 0.64 mm.

Distribution. – The species is widely but sparingly distributed in the tropical and temperate areas of the Atlantic, Indian, and Pacific Oceans and western Mediterranean Sea.

Family PSEUDOCALANIDAE

Genus *Clausocalanus* Giesbrecht

23. *Clausocalanus arcuicornis* (Dana)

(Plate X, Figs. 1–9)

Clausocalanus arcuicornis, Giesbrecht, 1892, p. 186, pl. 1, fig. 14, pl. 2, fig. 7, pl. 10, figs. 3–8. 14, 16, 17, 19, pl. 36, figs. 29–31. 34; Sewell, 1929, p. 90, fig. 36, 37; Farran, 1929, p. 223; Farran, 1936, p. 82; Vervoort, 1946, p. 140; 1957, p. 37; Tanaka, 1956, p. 382, fig. 11, a–d.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 7 immature females, 9 immature males.
Sta. 3, Indian Ocean, Surface, 1 female, 3 immature females, 3 immature males, 10 juvs.
Sta. 4, Indian Ocean, Surface, 4 females, 1 male, 12 juvs.
Sta. 5, Indian Ocean, Surface, 10 females, 2 immature females, 2 immature males, 12 juvs.
Sta. 6, Indian Ocean, Surface, 3 females, 1 immature female, 1 immature male.
Sta. 7, Indian Ocean, Surface, 25 females, 70 juvs.
Sta. 8, Cape of Good Hope, Surface, 11 females, 2 males.

Remarks. – Female. Length, 1.12–1.56 mm. Male. Length, 1.12 mm. Several authors have called attention to the great variability in the total length of the female of *Clausocalanus arcuicornis*. These two froms differ in the propor-

tional lengths of the cephalothorax and abdomen, and in the structure of the 5th pair of feet. The present specimens from the Indian Ocean fall into two groups: 1.12–1.30 mm, and 1.26–1.56 mm. The small form has the proportional lengths of the cephalothorax and abdomen as 70 to 30, and those of the large form, 77 to 23. The present large form has the abdomen which is shorter in proportion than that of the small form. FARRAN (1936) states that his specimen from the Great Barrier Reef has in the large form a short abdomen; in this the present large form agrees with FARRAN's. The 5th pair of feet of the small form are indented on the inner margin of the apical spines, whereas, they are smooth in the large form.

The shape of the rostrum is sometimes straight, sometimes curved downwards. The straight rostral spine predominates in the large form, and the curved one in the small form. A specimen measuring 1.30 mm had asymmetrical 5th pair of feet (Fig. 9).

SEWELL's specimens from the Indian Seas measured 0.94 mm and 1.17 mm.
FARRAN's specimens from the Temperate Atlantic, 1.32–1.44 mm, 1.5–1.55 mm.
Tropical Atlantic, 1.1–1.2 mm, 1.45–1.6 mm.
S. temperate Atlantic, 1.38–1.55 mm.
New Zealand, 1.2–1.6 mm, 1.8 mm.
Commonest size, 1.2–1.3 mm, 1.4–1.5 mm.
FARRAN's specimens from the Great Barrier Reef, 1.08–1.28 mm, 1.38–1.62 mm.
VERVOORT's specimens from the Snellius Exped., 0.93–1.23 mm, 1.29–1.50 mm.
TANAKA's specimens from the Izu region, 1.18–1.29 mm, 1.41–1.52 mm.

Distribution. – *Clausocalanus arcuicornis* is one of the species which has the widest range of geographical distribution, extending from the north to the Antarctic region.

24. *Clausocalanus furcatus* (BRADY)

Clausocalanus furcatus, GIESBRECHT, 1892, p. 186, pl. 36, figs. 32, 33, 35.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 4 females, 1 immature female, 1 immature male.
Sta. 3, " " , 1 female, 1 male.
Sta. 4, " " , 1 female, 2 immature females.
Sta. 5, " " , 5 females, 1 immature female.
Sta. 6, " " , 1 female, 1 male.
Sta. 7, " " , 1 female.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, surface, 21 females, 6 males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.96–1.20 mm. Male. Length, 0.76–0.81 mm. The female has the cephalothorax and abdomen in the proportions

as 70 to 30. The abdominal segments and furca have the proportional lengths: 28 : 22 : 23 : 13 : 14 = 100. The rostral spine sometimes straight and sometimes slightly curved downwards.

Distribution. – The species has a wide distribution in the tropical and temperate regions of the Atlantic, Indian and Pacific, and recorded also from the Mediterranean, Arabian, and Red Seas.

25. *Clausocalanus laticeps* Farran

(Plate XI, Figs. 1–14)

Clausocalanus laticeps, Farran, 1929, p. 224, fig. 4; Vervoort, 1957, p. 38.

Occurrence. – Sta. 9, Antarctic, Suaface, 3 females, 1 male.
Sta. 10, " " , 2 immature males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 1.62 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 76 to 24. The anterior margin of the head is not so flattened as figured by Farran. The rostrum slender and curved downwards.

The abdominal segments and furca are in the proportional lengths: 38 : 18 : 16 : 13 : 15 = 100. The genital segment inflated at its shoulders. The receptacles large in ventral aspect. The furcal rami 1.5 times as long as wide, slightly divergent.

The 1st antenna 24–jointed, reaches back to the middle of the last thoracic segment. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9	10	11	12	13	14	15	16	17
	76	86	36	27	27	27	27	54	27	31	36	45	47	49	49	49
	18	19	20	21	22	23	24	25								
	43	38	40	38	41	45	40	22 = 1.000.								

The 2nd foot has 6 spines on the distal border of the 2nd basal joint, and they are more slender than those of *Clausocalanus arcuicornis*.

The 5th pair of feet small. The distal joint has 2 spines subequal in length.

Male. Length, 1.07 mm. The dorsal profile of the head rather straight, and has no small transparent swelling. The cephalothorax and abdomen are in the proportions as 70 to 30. The rostral spine absent, and is replaced by a blunt process. The posterior thoracic margin broadly rounded.

The abdomen 5 segmented. The segments and furca are in the proportional lengths: 9 : 38 : 19 : 19 : 3 : 12 = 100.

The 1st antenna 20 -jointed extends about to the distal end of the 3rd thoracic segment. The joints 8, 9, 10, joints 15, 16, and joints 24, 25 are fused. The proportional lengths of the joints as follows:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10	11	12	13	14	15–16	17
	106	70	35	18	21	21	21	64	21	28	28	35	79	49
	18	19	20–21		22	23	24–25							
	53	53	81		63	70	85	=1.000.						

The swimming feet as those of the female.

The 5th pair of feet as of an usual structure found in the male of *Clausocalanus*. The right foot very small and 2–jointed. The left foot 5–jointed. The distal joint is furnished with a sub-apical spine and distal hairs.

Immature male in the 5th copepodid stage. Length, 1.05 mm. General appearance as in the adult female. The cephalothorax and abdomen in the proportional lengths, 73 : 27. The abdomen 4–segmented. The lengths of the segments and furca are in the proportions, 18 : 25 : 17 : 23 : 17 = 100. The left 5th foot 3–jointed. The right foot 2–jointed.

Distribution. – The species has been recorded by FARRAN from the Antarctic Sector south of New Zealand between 51°47′S and 64°03′S. It has been also recorded from South Georgia and Falkland Whaling Ground by Discovery Survey, and from the south of the Antarctic Convergence by VERVOORT.

26. *Clausocalanus paululus* FARRAN

(Plate XII, Figs. 1–5)

Clausocalanus paululus, FARRAN, 1926, p. 240, pl. 6, figs. 7–12 ; 1929, p. 224 ; 1926, p. 82 ; VERVOORT, 1957, p. 38.

Occurrence. – Sta. 5, Indian Ocean, Surface, 3 females.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.71 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 73 to 27. The head is broadly rounded in lateral view. The posterior margin of the thoracic segment narrowly rounded in dorsal view. The rostral spine slender, curved slightly backwards.

The abdomen 4–segmented. The segments and furca are in the following proportional lengths : 38 : 20 : 18 : 10 : 14 – 100. The genital segment slightly produced below. The furcal rami 1.25 times as long as broad.

The 1st antenna broken off in all the specimens.

In the 2nd foot the 2nd basal joint has 5 slender spines on the distal border. The 3rd foot has 4 spines on the distal border of the 2nd basal joint. The 4th foot has no distal spines on the 2nd basal joint.

The 5th pair of feet 3–jointed. The distal joint deeply notched at the apex.

Distribution. – The species has been recorded from the deep waters of the Bay of Biscay, off New Zealand, near Great Barrier Reef, and the south of Tasmania.

27. *Clausocalanus pergens* Farran

(Plate XII, Figs. 6–10)

Clausocalanus pergens, Farran, 1926, p. 238, pl. 6, figs. 4–6; 1929, p. 224; Mori, 1937, p. 35, pl. 14, figs. 2–8; Vervoort, 1957, p. 38.

Occurrence. – Sta. 1, South China Sea, Surface, 1 immature female.
Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 male, 3 immature males.
Sta. 4, " " , 1 male.
Sta. 5, " " , 1 female, 2 males.
Sta. 6, " " , 1 female.

Descriptive Notes. – The female specimens were all mutilated. The form of the rostrum and the structure of the 2nd and 3rd swimming feet distinguish the species from the other members of the genus.

Male. Length, 0.70 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 70 to 30. The abdominal segments and furca are in the proportional lengths: 11 : 31 : 22 : 21 : 5 : 10 = 100.

The 1st antenna 20–jointed. The length of the antenna measured 0.50 mm. The proportional lengths of the joints as follows:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10	11	12	13	14	15–16	17
	76	66	43	19	24	19	24	57	24	33	24	38	73	47

18	19	20–21	22	23	24–25	
57	47	76	57	85	108	= 1.000.

In the 2nd foot the distal margin of the 2nd basal joint is furnished with 8 spines, of which the middle two are small. The 3rd foot has 3 spines on the distal margin of the 2nd basal.

The 5th pair of feet as figured by Mori. The right foot 2-jointed. The distal joint is very small and is furnished with apical hairs. The left foot long. The joints are in the following proportional lengths: 6 : 28 : 26 : 28 : 12 = 100.

Remarks. – Male specimens of *Clausocalanus* resemble each other so closely that there arise some difficulties in the identification of them. According to Gibsbrecht and Schmeil the right 5th foot of the male of *C. arcuicornis* is 3-jointed, and that of *furcatus* is not articulated. Mori described and figured a male of *Clausocalanus* which he believed to be the male of *pergens*. His specimen measured 0.9 mm. The right 5th foot 2–jointed. The 2nd foot has 8 spines on the distal border of the 2nd basal joint. The present male specimen is quite identical with Mori's male specimen of *Clausocalanus pergens* in having the similar structure in the 2nd and right 5th feet.

Distribution. – The species has been recorded from the Bay of Biscay, North

Temperate Atlantic, Off New Zealand, temperate region of the Japanese waters and South of Tasmania.

28. *Ctenocalanus vanus* Giesbrecht

Ctenocalanus vanus, Giesbrecht, 1892, p. 194, pl. 10, figs. 20, 21, 26, pl. 36, figs. 28; Brodsky, 1950, p. 120; Tanaka, 1956, p. 384; Vervoort, 1957, p. 37.

Occurrence. – Sta. 10, Antarctic, Surface, 2 immature males.
Sta. 12, » , » , 3 females.
Sta. 13, » , 50–0 m, 2 females.
Sta. 15, » , 200–0 m, 12 females, 2 males, 3 immature females, 1 immature male, 14 juvs.
Sta. 16, » , 400–0 m, 9 females, 2 immature males.
Sta. 17, » , 250–0 m, 19 females, 2 males, 11 immature females, 9 immature males.

Female. Length, 0.97–1.27 mm. Male. Length, 1.10–1.20 mm.
Immature female in the copepodid stage V. Length, 0.96 mm.
Immature male in the copepodid stage V. Length, 1.09–1.20 mm.

Distribution. – The species has a wide distribution in the oceans, and recorded from the tropical regions to the Antarctic.

Genus *Microcalanus* Sars

29. *Microcalanus pygmaeus* (Sars)

(Plate XIII, Figs. 1–9)

Microcalanus pygmaeus, Giesbrecht, 1902, p. 20, pl. 2, figs. 1–5; With, 1915, p. 66; Farran, 1929, p. 226; Brodsky, 1950, p. 115; Tanaka, 1956, p. 385, figs. 12, a–f; Vervoort, 1957, p. 36.

Occurrence. – Sta. 15, Antarctic, 200–0 m, 17 females, 1 male, 5 immature females, 1 immature male, 5 juvs.
Sta. 16, » , 400–0 m, 3 females, 1 male.
Sta. 17, » , 250–0 m, 35 females, 4 males, 1 immature male, 18 juvs.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.60–0.83 mm. Male. Length, 0.70–0.76 mm. Vervoort proposed two sub-species: *M. pygmaeus pygmaeus* and *M. pygmaeus pusillus*. The former has the long 1st antenna reaching about the posterior margin of the anal segment, and the latter has shorter antennae. The present specimens belong to the former sub-species in having the long 1st antenna. Two size groups were found among the specimens: the small form measured 0.60–0.74 mm, and the large form measured 0.83 mm respectively. The small form has rather short rostral spines, whereas, the large has long

rostral spines. The terminal spine of the 3rd joint of the exoped of the 2nd foot is rather coarsely dentated (about 40 teeth) in the small form, whereas, it is more finely dentated (about 50) in the latter. The body is transparent in the large form.

Remarks. – Farran's specimens from 76°S -78°S measured 0.7–0.88 mm in the female, 0.80 mm. in the male. Vervoort's specimens from the Antarctic measured 0.70–0.78 mm. in the female. With's specimens from the Arctic Seas 0.65 -0.90 mm. Brodsky's specimens from the eastern waters of the U.S.S.R., 0.70–0.88. in the female. Tanaka's specimens from Sagami Bay measured 0.85 mm. in the female.

Distribution. – The species has been recorded from the Arctic as well as from the Antarctic. In the Arctic it appears to be widely distributed. In the temperate and Antarctic regions the species has been recorded from deep waters.

Genus *Spinocalanus* Giesbrecht

30. *Spinocalanus abyssalis* Giesbrecht

Spinocalanus abyssalis, Giesbrecht, 1892, p. 209, pl. 13, figs. 42–48, pl. 36, fig. 49; With, 1915, p. 69; Farran, 1929, p. 227; Jespersen, 1934, p. 51; Tanaka, 1937, p. 253, fig. 4; Vervoort, 1946, p. 147; 1957, p. 40.

Occurrence. – Sta. 16, Antarctic, 400–0 m, 2 females, 6 immature females, 5 immature males.

Sta. 17, " , 250–0 m, 2 females, 2 immature males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 1.10 -1.16 mm. There are two size groups in the female of *Spinocalanus abyssalis*. The present specimens belong to the small form. No typical form was found in the collection except 2 immature females measuring 1.53 and 1.56 mm. There is no noticeable structural difference between these two forms. The small form, *Spinocalanus abyssalis* var. *pygmaeus* has a long outer edge spines on the exopod of the 1st foot.

Immature male specimen measuring 1.68 mm had the 1st to 4th swimming feet quite similar in structure to those of the adult female of the typical form. The 5th pair of feet has 2 jointed exopod and 1–jointed endopod. The immature male of small form measured 1.10 and 1.15 mm.

Remarks. – The specimens from the deep water of Suruga Bay measured 1.98 mm in the female, 1.62 mm in the male. These specimens belong to the typical form. Farran's specimens of var. *pygmaeus* from the Bay of Biscay measured 0.95–1.08 mm. Farran's specimens from the Antarctic waters measured 1.8 2.06 mm with the exception of 2 small specimens which measured 1.18 and 1.20 mm.

Distribution. – The species have a wide distribution in the deep waters of the oceans, and has been recorded from the Antarctic as far as the Arctic.

Genus *Stephus* Th. Scott

31. *Stephus longipes* Giesbrecht

(Plate XIV, Figs. 1–10)

Stephus longipes, Giesbrecht, 1902, p. 20, pl. 2, figs. 6–14; Farran, 1929, p. 226.

Occurrence. – Sta. 14, Antarctic, 50–0 m, 1 male.
Sta. 17, » , 250–0 m, 2 juvs.

Descriptive Notes. – Male. Length, 0.87 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 71 to 29. The cephalothorax moderately robust. The head separates from the 1st thoracic segment. The last two thoracic segments are fused. The rostrum is repersented by a blunt process. The posterior thoracic margin emarginate in lateral view.

The abdomen 5-segmented. The segments and furca have the following proportional lengths: 16 : 21 : 17 : 14 : 18 : 14 = 100. The genital segment swollen laterally in dorsal view. The 3rd and 4th segments have each a small spine on the lateral distal corner of the segment. The furcal rami rounded in shape, and have characteristic setae as shown in the figure.

The 1st antenna 24 jointed, extends when reflexed about to the posterior margin of the 3rd thoracic segment. The joints are in the following proportions:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9	10	11	12	13	14	15	16	17
	88	96	44	44	44	44	35	39	26	21	21	26	26	31	31	31

	18	19	20	21	22	23	24	25
	26	39	44	44	48	52	52	48 = 1.000.

The 1st foot has 3-jointed exopod and 1-jointed endopod. The 1st joint of the exopod has no outer edge spine. The outer edge spine of the 2nd joint of the exopod is small and that on the 3rd joint is long. The 3rd joint of the exopod has 3 inner marginal setae. The endopod has 4 marginal and 1 apical setae. In these characters the genus is intermediate between *Microcalanus* and *Mimocalanus*. The 2nd foot has 3-jointed exopod and 2-jointed endopod, and has a similar structure as in *Microcalanus*. The 2nd joint of the endopod has a long spine on the outer distal margin. The terminal spine of the exopod is finely denticulated. The 3rd and 4th feet have each 3-jointed exopod and endopod.

The 5th pair of feet 5-jointed on each side. They are long and slender.

The left foot has a process furnished with a tubercle on the 2nd joint. The 3rd and 4th joints of both right and left feet very long. The terminal joint of the right foot tapers gradually into a fine point, and the distal half is denticulated. The terminal joint of the left foot is bill-shaped, and looks like a head of a bird.

Immature specimen in the copepodid stage IV. Length, 0.69 and 0.70 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths are as 76 to 24. The abdomen 3-segmented. The proportional lengths of the segments and furca are as 18 : 21 : 41 : 20 = 100.

The 1st antenna 24-jointed, extends about to the posterior margin of the 2nd thoracic segment. The 1st to 4th swimming feet have 2-jointed exopod. The endopod of the 1st foot 1-jointed, those of the 2nd to 4th feet 2-jointed. The 5th pair of feet have each 2-jointed basal and a pair of unjointed rami.

Distribution. – The species has been recorded from the region between 69°55′S and 71°02′S by Giesbrecht. Farran found the specimen south of 76°S under the ice. The present specimens were recorded in the similar locality as in the "Gauss" collection.

Family AETIDEIDAE

Genus *Euchirella* Giesbrecht

32. *Euchirella* sp.

(Plate XV, Figs. 1–5)

Occurrence. – Sta. 15, Antarctic, 200–0 m, 1 immature female.
Sta. 16, » 400–0 m, 2 immature females.
Sta. 17, » 250–0 m, 5 immature females.

Descriptive Notes. – The immature specimens are in the copepodid stage III. They measured 2.74–2.84 mm, and 2.14–2.19 mm. The exopod of the 2nd antenna has long plumose setae reaching the posterior margin of the cephalothorax. The 1st antenna exceeds the distal end of the furca by terminal 3 joints.

Remarks. – There have the following species been recorded from the Antarctic waters: *Euchirella rostromagna* Wolfenden, *Euchirella latirostris* Farran and *Euchirella hirsta* Wolfenden. These species measured 5.52 6.20 mm, 5.4 mm. and 8.5 9.0 mm in the female respectively. The present specimens come near to *E. rostromagna* or *E. latirostris*. But they are too young to be referred to the respective species.

Family EUCHAETIDAE

Genus *Euchaeta* PHILLIPI

33. *Euchaeta marina* PRESTANDREA

Euchaeta marina, GIESBRECHT, 1892, p. 245, pl. 1, figs. 10–11, pl. 15, figs. 31, 33, pl. 16, figs. 15–17, 22, 23, 25, 29, 30, 41, 46, pl. 37, figs. 30, 37, 38, 49; SEWELL, 1947, p. 113.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 female, 1 male.

Female. Length, 3.49 mm.

Distribution. – Tropical and temperate waters of the Atlantic, Mediterranean Sea, Adriatic Sea, Woods Hole region, tropical region of the Indian Ocean, Red Sea, Arabian Sea, tropical and temperate waters of the Pacific, Malay Archipelago, and surrounding waters of Japan.

34. *Euchaeta wolfendeni* A. SCOTT

Euchaeta wofendeni, A. SCOTT, 1909, p. 68, pl. 17; SEWELL, 1929, p. 153; FARRAN, 1936, p. 91; MORI, 1937, p. 44, pl. 20, figs. 6–11; WILSON, 1950, p. 217.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 2 females, 1 male.

Female. Length, 2.53–2.62 mm. Male. Length, 2.39 mm.

Distribution. – Tropical regions of the Indian and Pacific Oceans. Recorded from the Malay Arphipelago, Australian Great Barrier Reef, Indian Seas., Arabian Sea, and adjacent waters of Japan.

Genus *Pareuchaeta* A. SCOTT

35. *Pareuchaeta* sp.

(Plate XV, Figs. 6–9)

Occurrence. – Sta. 15, Antarctic, 200–0 m, 1 immature males, 4 juvs.
Sta. 16, » , 400–0 m, 1 juv.
Sta. 17, » , 250–0 m, 7 juvs.

Remarks. – 15 individuals of immature specimens of *Pareuchaeta* were found in the material. The specimens in the copepodid stage III fall into two groups according to their sizes: 2.81 3.04 mm group and 1.94 -1.97 mm group.

Several species of *Pareuchaeta* have been reported from the Antarctic: *P. antarctica* (GIESBRECHT), *P. biloba* FARRAN, *P. rasa* FARRAN, *P. erebi* FARRAN, *P. farrani* (WITH), and *P. similis* (WOLFENDEN). These species measured in total lengths:

	Female	Male
Pareuchaeta antarctica	7.47–9.09 mm	6.39–7.07 mm
Pareuchaeta biloba	5.3 –5.9 mm	4.8 –4.9 mm
Pareuchaeta erebi	9.2 –9.5 mm	
Pareuchaeta farrani	11.0 mm	
Pareuchaeta rasa	5.8 –6.0 mm	
Pareuchaeta similis	10.0 mm	

Among those *biloba* and *rasa* come near in size to the present specimens in their adult stage.

An immature male specimen in the copepodid stage IV measured 4.36 mm had the posterior thoracic margin furnished with an acute spine on the lateral distal corner (Fig. 8). The 5th pair of feet have each unjointed exopod and endopod attached to the 2–jointed basal.

Family SCOLECITHRICIDAE

Genus *Scolecithrix* Brady

36. *Scolecithrix danae* (Lubbock)

Scolecithrix danae, Giesbrecht, 1892, p. 256, pl. 13, figs. 4, 9, 14, 17

Occurrence. – Sta. 6, Indian Ocean, Surface, 1 male.

Male. Length, about 2.32 mm.

Distribution. – North temperate Atlantic, Tropical Atlantic, South temperate Atlantic, Gulf of Guinea, Mediterranean Sea, Woods Hole region, temperate and tropical Pacific, San Diego region, Adjacent seas of Japan, Malay Archipelago, Great Barrier Reef.

Genus *Scolecithricella* Sars

37. *Scolecithricella glacialis* (Giesbrecht)

(Plate XVI, Figs. 1–8)

Scolecithrix glacialis, Giesbrecht, 1902, p. 25, pl. 4, figs. 1–7; *Scolecithricella glacialis*, Farran, 1929, p. 247; Vervoort, 1957, p. 101.

Occurrence. – Sta. 14, Antarctic, 50–0 m, 1 female.
Sta. 15, " , 200–0 m, 4 females, 1 immature, female, 6 immature males.
Sta. 16, " , 400–0 m, 3 females, 5 immature females, 1 immature male.
Sta. 17, " , 250–0 m, 7 females, 1 immature female, 6 immature males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 1.28–1.41 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 78 to 22. The abdominal segments and furca are in the proportional lengths: 36 : 19 : 19 : 7 : 19 = 100.

The 1st antenna 20–jointed, extends about to the posterior thoracic margin. The joints 3, 4, 5, the joints 8, 9, 10, and the joints 24, 25 are fused. The 1st to 4th swimming feet and 5th pair of feet as shown in the figures (Figs. 3–7).

Immature specimens had the following total lengths:

	Female	Male
Copepodid stage V	1.21–1.12 mm	1.22–1.25 mm
» » IV	0.89–0.92 mm	0.92 mm
» » III	0.71 mm	0.67–0.73 mm

The immature male in the copepodid stage V had the 5th pair of feet composed of 2–jointed basal and unjointed exopod and endopod (Fig. 8).

Remarks. – The species is closely allied to *Scolecithricella minor* which has a wide distribution in the temperate and boreal waters of the northern hemisphere, and also in the deep waters of the Antarctic. FARRAN's specimens measured 1.20–1.41 mm, VERVOORT's specimens 1.34–1.46 mm in the female. VERVOORT has described and figured the male of the present species and showed the closer affinity of *S. glacilais* with *S. minor* in the structure of the 5th pair of feet.

Distribution. – Antarctic between 50°S–76°S. In the north of the Antarctic Convergence it is found in the intermediate water, and in the south of the Convergence in the surface water.

Genus *Racovitzanus* GIESBRECHT

38. *Racovitzanus antarcticus* GIESBRECHT

(Plate XVII, Figs. 1–7)

Racovitzanus antarcticus, GIESBRECHT, 1992, p. 26, figs. 8–13, pl. 5, figs. 1–5; FARRAN, 1929, p. 250; VERVOORT, 1957, p. 97.

Occurrence. – Sta. 15, Antarctic, 200–0 m, 1 immature female, 1 immature male.

Sta. 16, » , 400–0 m, 2 females, 1 immature male.

Sta. 17, » , 250–0 m, 1 female, 1 immature male.

Descriptive Notes. – Female. Length, 2.37–2.47 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 75 to 25. The frontal margin of the head evenly rounded in dorsal view, and obliquely rounded in lateral view. The rostrum is sausage-shaped. The posterior thoracic margin rounded at the apex in lateral view, but in dorsal view the distal margin is pointed. The line

of fusion between the 4th and 5th thoracic segments is faintly visible from the dorsal.

The abdomen 4–segmented. The segments and furca are in the proportional lengths: 33 : 14 : 14 : 24 : 15 = 100. The genital segment produced below. The receptacles in lateral aspect long and transversally situated in the middle of the genital segment. The furcal rami divergent, with a small appendicular seta on the posterior surface of the ramus. The genital, 2nd, and 3rd segments are striated with fine spinules on the distal margin.

The 1st antenna 22–jointed, extends about to the 2nd thoracic segment. The joints 8, 9 and 10 are fused.

The 1st foot has 3–jointed exopod and unjointed endopod. The 1st exopodal joint has no outer edge spine. The 2nd foot has 3–jointed exopod and 2–jointed endopod. The posterior surface of the 2nd and 3rd joints of the exopod and the 2nd joint of the endopod are furnished with groups of spinules. The 3rd and 4th feet have 3–jointed exopod and endopod.

The 5th pair of feet 2–jointed. The 1st joint short. The 2nd joint moderately long and is furnished with a short apical spine and a long inner marginal seta haired on the distal half of its length.

An immature female specimen in the copepodid stage V measured 1.99 mm. The abdomen 4–segmented. The segments and furca are in the following proportional lengths: 14 : 16 : 14 : 42 : 14 = 100. The 1st to 4th swimming feet and the 5th pair of feet just as those of the adult female.

An immrture male in the V–Copepodid stage measured 2.05 mm had the 5th pair of feet which were composed of 2–jointed basals and unjointed exopod and endopod.

Distribution. – The species is one of the characteristic copepoda of the Antarctic, and is distributed over the whole Antarctic area. It occurs sometimes in the north of the Antarctic Convergence. Farran recorded a specimen at the surface to the south-west of the South Island, New Zealand.

Genus *Scaphocalanus* Sars

39. *Scaphocalanus brevicornis* (Sars)

(Plate XVIII, Figs. 1–6)

Amallophora brevicornis, Sars, 1902, p. 206, pl. 36; *Scaphocalanus brevicornis*, With, 1915, p. 192, pl. 8, fig. 7, text-fig. 59; Farran, 1929, p. 248, fig. 15; *Scaphocalanus minutus*, Tanaka, 1937, p. 262, pl. 13, figs. 1–11; Vervoort, 1957, p. 107, pl. 97–99.

Occurrence. – Sta. 16, Antarctic, 400–0 m, 1 female.
Sta. 17, Antarctic, 250–0 m, 1 immature male.

Descriptive Notes. – Female. Length, 2.60 mm. The cephalothorax and abdo-

men are in the proportional lengths as 77 to 23. The cephalothorax oblong ovate. The frontal margin of the head narrowly rounded in dorsal view. The basal part of the rostrum thickened. The apex bifurcate with slender filaments. The posterior thoracic margin broadly rounded and slightly emarginate.

The abdomen 4–segmented. The segments and furca are in the proportional lengths: 34 : 20 : 19 : 11 : 16 = 100. The genital area not produced below. The genital, 2nd, and 3rd segments are fringed with fine teeth on the distal border. The furcal rami 2 times as long as broad. An appendicular seta arises from the posterior margin of the ramus.

The 1st antenna 23–jointed, extends about to the posterior end of the thoracic segment.

The 1st foot has a small outer edge spine on the 2nd joint of the exopod. The 2nd foot has a fairly long outer edge spine on the 1st joint of the exopod, which exceeds the middle of the outer margin of the next joint. The terminal spine of the exopod of the 2nd foot has 26 teeth along the outer margin.

The 5th pair of feet 2–jointed. The distal joint carries 3 spines, of which the inner proximal is long and serrated along the inner edge. The middle spine is about 1/3 the length of the distal spine.

Remarks. – There has been reported a considerable variability in the structure of the 5th pair of feet of the female of *Scaphocalanus*. VERVOORT (1957) showed an example in which a long spines arose on the middle of the external margin of the distal joint. The present specimen has a similar long spine along the external margin as figured by VERVOORT. Abnormal 5th pair of feet have been described and figured by VERVOORT. Similar examples have been found in the female of *Scaphocalanus affinis* SARS, *S. echinatus* FARRAN and, perhaps, *S. major* (TH. SCOTT) taken from the Izu region, the Pacific Coast of Middle Japan.

I have previously described a male specimen taken from the deep water of Suruga Bay under the name *Scaphocalanus minutus*. The specimen is 2.21 mm. in total length. The male specimen, though smaller in size than those reported by WITH or VERVOORT, may be the male of *S. brevicornis* in having the similar structure in the 5th pair of feet as figured by previous authors, and a curved long outer edge spine on the 1st joint of the exopod of 2nd foot.

Distribution. – The species is widely distributed in the deep waters of the North, and South Atlantic, Pacific Oceans, and Antarctic.

40. *Scaphocalanus subbrevicornis* (WOLFENDEN)

(Plate XIX, Figs. 1–8)

Scaphocalanus subbrevicornis, FARRAN, 1929, p. 249, fig. 16; *Scaphocalanus gracilicauda*, TANAKA, 1937, p. 262, text-fig. 12, a–f; *Scaphocalanus subbrevicornis*, WILSON, 1950, p. 331, pl. 34; VERVOORT, 1951, p. 116; 1957, p. 110.

Occurrence. – Sta. 16, Antarctic, 400–0 m, 2 immature males.
Sta. 17, " , 250–0 m, 1 female.

Descriptive Notes. – Female. Length, 1.69 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 74 to 26. The posterior thoracic margin triangularly produced but the apex obtusely rounded.

The abdominal segments and furca are in the proportional lengths: 34 : 18 : 18 : 11 : 19 = 100. The genital segment not swollen below.

The 1st antenna 23–jointed, extends about to the level of the 3rd thoracic segment. The joints 8, 9 and 10 are fused. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10	11	12	13	14	15	16	17
	87	98	47	31	35	31	31	78	20	27	31	39	31	43	39

	18	19	20	21	22	23	24–25	
	43	43	35	43	39	51	78	= 1.000.

In the 2nd antenna the endopod is, as described by Wolfenden, slightly longer than the exopod. Their proportional lengths are as 50 to 47.

The 1st foot has 3–jointed exopod and 1–jointed endopod. The 2nd and 3rd joints of the exopod are furnished with groups of small spines on the posterior surface. In the 2nd foot the outer edge spine of the 1st joint of the exopod is shorter than that of the 2nd joint. Their proportional lengths as 7 to 10. They are nearly straight. The 2nd basal joint and the 1st joint of the exopod are furnished, as is stated by Wolfenden, with spinules on the posterior surface. These spinules were also observed in the 3rd foot, but not in the 4th foot.

The 5th pair of feet 2–jointed. The distal joint has an apical spine which is 2/3 the length of the inner marginal spine. The small outer marginal spine was absent in the present specimen.

Immature male specimen in the copepodid stage V. Length, 1.72 mm. The lengths of the cephalothorax and abdomen are 1.28 mm and 0.44 mm respectively. The abdominal segments and furca are in the following proportional lengths: 15 : 23 : 19 : 23 : 20 – 100. The 1st to 4th swimming feet as those of the adult female. The 5th pair of feet composed of 2–jointed basal and unjointed exopod and endopod.

Remarks. – *Scaphocalanus subbrevicornis* and *S. longifurca* (Giesbrecht) resemble each other so closely that Farran inclined to regard both species as identical. But Vervoort is of opinion that both froms are specifically distinct. There has been reported that some differences are found between these two species in the proportional lengths of the exopod and endopod of the 2nd antenna, and the shape of the outer edge spine on the 1st joint of the exopod of the 2nd foot. Vervoort's specimen of *subbrevicornis* from the Antarctic

has in the 2nd antenna the endopod which is slightly longer than or as long as the exopod. Whereas, Indian specimens have the endopod decidedly shorter than the exopod. I have previously obtained the specimens of both *subbrevicornis* and *longifurca* from the deep water of Sagami Bay. The former measured 1.95–2.06 mm, and the latter 1.48–1.68 mm. In the former the cephalothorax and abdomen have the proportional lengths as 76 to 24. The endopod of the 2nd antenna is about 1.05 times as long as the exopod (50 : 47). The 2nd foot has a curved outer edge spine on the 1st joint of the exopod. The 5th pair of feet have a rather long terminal spine more than half the length of the inner marginal spine. In *longifurca* the cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 78 to 22. The 2nd antenna has the endopod which is 1.3 times as long as the exopod (43 : 33). The 2nd foot has a curved outer edge spine on the 1st joint of the exopod. The terminal spine of the 3rd joint of the exopod in the 2nd foot is more densely dentated than that of *subbrevicornis*. In the 5th pair of feet the joints are broad. The terminal spine about 1/3 the length of the inner marginal spine (17 : 6).

VERVOORT called attention to the presence of scattered spines on the basal joints of the 2nd to 4th feet of *S. subbrevicornis*. I have observed these small triangular spines on the anterior surface of the 2nd basal joint of the 2nd to 4th feet in the following species : *Scaphocalanus magnus* (TH. SCOTT), *S. affinis* SARS, *S. subbrevicornis* (WOLFENDEN) *S. longifurca* (GIESBRECHT), *S. echinatus* FARRAN and *S. curtus* FARRAN.

I have in 1937 described a male of *Scaphocalanus* under the name *gracilicauda*. The specimen measured 1.75 mm. It has a straight and short outer edge spine on the 1st joint of the exopod of the 2nd foot. The 5th pair of feet much alike the figure of the 5th pair of feet of *S. subbrevicornis* given by VERVOORT (1951, p. 119, fig. 64, c). My male specimen is, without doubt, the male of *subbrevicornis*.

Distribution. – The species has been recorded from the Antarctic by WOLFENDEN, FARRAN, and VERVOORT. WILSON recorded the occurrence of this species from the Philippine Archipelago and Hawaiian Islands in the haul 100—0 fathom. He has not given any account of the species. But the figure of the 5th pair of feet shows that his specimen has an abnormal structure in the feet. VERVOORT is of opinion that WILSON's specimen may probably be a female of *S. longifurca* (GIESBRECHT), and the occurrence of the pure Antarctic species from the North Pacific is doubtful. But it is never unrational that the occurrence of a species which had been deemed to be the characteristic fauna of the Antarctic in the deep waters of the North Pacific. I have in 1937 obtained 3 females of *Scaphocalanus subbrevicornis* from the deep water of Sagami Bay. The limited range of geographical distribution is a result of poor exploration in the Pacific Ocean.

Family CENTROPAGIDAE

Genus *Centropages* KRÖYER

41. *Centropages gracilis* (DANA)

Centropages gracilis, GIESBRECHT, 1892, p. 305, pl. 13, figs. 31, 32, 46, pl. 37, figs. 4, 13; MORI, 1937, p. 62, pl. 31, figs. 1–7; SEWELL, 1947, p. 163.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 female.

Female. Length, 2.05 mm.

Distribution. – The species is widely distributed in the tropical and temperate waters of the Pacific, Indian, and Atlantic Oceans. Recorded from the Eastern Pacific (DANA), Western Pacific (GIESBRECHT, MORI), Australian Great Barrier Reef (FARRAN), Malay Archipelago. (A. SCOTT). In the Indian Ocean from the Ceylon Pearl Bank (THOMPSON and A. SCOTT; SEWELL), the Laccadive Sea (SEWELL), the Maldive and Laccadive Archipelago (WOLFENDEN), the Arabian Sea (SEWELL, THOMPSON and A. SCOTT), the Red Sea (THOMPSON and A. SCOTT). WOLFENDEN recorded the species from the South Atlantic.

42. *Centropages typicus* KRÖYER

(Plate XX, Figs. 1–5)

Centropages typicus, GIESBRECHT, 1892, p. 303, pl. 2, fig. 4, pl. 17, figs. 48, 49, pl. 18, figs. 4, 9, 22, pl. 38, figs. 9, 10; THOMPSON and A. SCOTT, 1903, p. 246; WILSON, 1932, p. 87, fig. 60; 1950, p. 188.

Occurrence. – Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 59 females, 53 males, 13 juvs.

Descriptive Notes. – Female. Length, 1.72–1.82 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 71 to 29. The head has a small process on the mid-dorsal line. The lateral thoracic margin sharply produced and slightly asymmetrical. The abdomen 3–segmented. The genital segment has two spines on the left, one on the dorsal, and one on the ventral. The 2nd segment is produced on the right distal corner. The proximal ventral surface has a large swelling.

In the 5th pair of feet the 2nd joint of the exopod has a long and stout process on the inner distal corner, exceeding the distal end of the 3rd joint of the exopod.

Male. Length, 1.67–1.75 mm. The 2nd joint of the exopod of the right 5th foot rounded and has a long curved spine furnished with denticles along the inner distal margin.

Distribution. – In the Atlantic from Woods Hole region (WILSON), 36°N–62°N

(GIESBRECHT). In the Pacific from the stations located off Honshu, Japan. (WILSON). Mediterranean Sea (THOMPSON and A. SCOTT, GIESBRECHT).

43. *Centropages violaceus* (CLAUS)

Centropages violaceus, GIESBRECHT, 1892, p. 304, pl. 4, fig. 5, pl. 17, figs. 29, 30, 44, pl. 18, figs. 1, 8, pl. 38, figs. 16, 18; MORI, 1937, p. 63, figs. 8–14.

Occurrence. – Sta. 5, Indian Ocean, Surface, 1 immature female.

Descriptive Notes. – Immature female. Length, 1.41 mm. The specimen is slightly before mature. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 69 to 31. The posterior thoracic margin rounded. The abdomen 3–segmented. The proportional lengths of the segments and furca are 28 : 16 : 19 : 37 = 100. The genital area undeveloped. The furcal rami about 3 times as long as wide.

The 1st antenna very long, exceeds the end of the furca by at least distal 5 joints. The 5th pair of feet have 3–jointed exopod and endopod. The inner distal spine on the 2nd joint of the exopod not fully developed, only reaching the base of the 2nd inner marginal seta on the 3rd joint of the exopod.

Distribution. – The species is distributed in the North and South Temperate Atlantic (FARRAN), the Mediterranean Sea (GIESBRECHT, THOMPSON and A. SCOTT), the Red Sea. (THOMPSON and A. SCOTT). In the Pacific from the Fiji Island (WILSON), and adjacent seas of Japan (MORI).

Family PSEUDODIAPTOMIDAE

Genus *Pseudodiaptomus* HERRICK

44. *Pseudodiaptomus nudus* sp. nov.

(Plate XXI, Figs. 1–9)

Occurrence. – Sta. 8, Off Cape of Good Hope, 3 females, 8 males, 1 immature male.

Descriptive Notes. – Female. Length, 1.31–1.38 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 66 to 34. The head is narrowly rounded in dorsal view, and evenly rounded when viewed from the lateral. The lateral thoracic margin rounded. The rostrum is composed of 2 strong spines reaching the anterior margin of the proximal joint of the 1st antenna.

The abdominal segments and furca are in the proportional lengths : 28 : 18 : 22 : 14 : 18 – 100. The genital segment asymmeterical. The right side inflated and left side depressed. The distal lateral corner of the right margin is furnished with a group of small spines. The left side has a low cup-shaped swelling

furnished with 2 long hairs and minute spinules on the distal margin when viewed from the left side. The ventral surface of the segment swollen. The genital boss is furnished with spinules on the periphery, and with 2 whip-like spines on each side of the distal margin. The 2nd and 3rd segments are furnished with coarse teeth on the distal margin. The furcal rami 5.5 times as long as broad.

The 1st antenna 21-jointed, extends about to the level of the posterior margin of the 2nd abdominal segment. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1–2	3–4	5	6	7	8–9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	63	42	27	31	26	47	16	26	31	47	58	63	68	68	68

19	20	21	22	23	24–25	
58	52	52	48	52	58	=1.000.

The 1st to 4th swimming feet are composed of 3-jointed exopod and endopod. The 2nd joint of the exopod of the 1st foot has no outer edge spine. The inner marginal seta of the 2nd basal joint is replaced by a small spine. The 1st basal joint has 2 groups of stiff hairs on the outer margin. The basal joints of the 2nd to 4th feet are furnished with groups of stiff hairs.

The 5th pair of feet 3-jointed. The distal joint has 4 terminal spines, of which the inner distal one is strong and is furnished with a small spine on the inner proximal margin, and fine short hairs on the lateral margins.

Male. Length, 1.18–1.20 mm. The general appearance as in the female. The abdomen 5-segmented. The segments and furca are in the following proportional lengths: 11 : 20 : 20 : 22 : 11 : 16 = 100. The 2nd abdominal segment has hairs on the ventral surface about the middle of the segment. The 2nd, 3rd, and 4th segments are furnished with coarse teeth on the distal margin.

The 1st antenna 21-jointed, measured 0.86 mm in length. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	70	47	35	18	23	18	23	12	41	23	23	23	18	58	47	64

17	18–19	20–21	22–23	24–24	
53	117	123	106	58	=1.000.

The 5th pair of feet are in the main as those of *Pseudodiaptomus serricaudatus* (T. SCOTT). But the distal joint of the exopod of the left foot is prolonged into a long curved spine, and the outer edge spine on the 1st joint of the exopod of the same foot is so long that it reaches the distal margin of the terminal spine of the 3rd joint.

Immature male in the copepodid stage IV measured 0.78 mm. The abdomen is composed of 3 segments and furcal rami.

Remarks. – The present species, though very closely allied to *Pseudodiaptomus serricaudatus* (T. SCOTT), can be separated from it in the female by the following characters: the posterior thoracic margin is spineless; the genital segment is asymmetrical; the outer marginal spine of the distal joint of the 5th foot is slender. In the male the process of the 2nd basal joint of the right foot is more complicated in structure than that of *serricaudatus*; the distal spine of the 3rd joint of the exopod of the left foot is very long; the outer edge spine on the 2nd joint of the exopod of the left foot is also very long.

Diitribution. – Off Cape of Good Hope.

Family TEMORIDAE

Genus *Temora* BAIRD

45. *Temora discaudata* GIESBRECHT

Temora discaudata, GIESBRECHT, 1892, p. 238, pl. 18, figs. 3, 20, 23, pl. 38, figs. 24, 25, 28.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 2 females.
Sta. 6, Indian Ocean, Surface, 1 female.

Female. Length, 1.73–1.80 mm.

Distribution. – The species is widely distributed in the tropical and temperate waters of the Pacific and Indian Oceans, and also in the Mediterrenean Sea.

46. *Temora turbinata* (DANA)

Temore turbinata, GIESBRECHT, 1892, p. 329, pl. 17, figs. 14, 17, 18, 21, pl. 38, fig. 27.

Occurrence. – Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 2 females, 1 male.

Female. Length, 1.10, 1.22 mm. Male. Length, 1.05 mm.

Distribution. – Widely distributed in the tropical and temperate waters of the Atlantic, Indian, and Pacific Oceans.

Family METRIDIIDAE

Genus *Metridia* BOECK

47. *Metridia gerlachei* GIESBRECHT

(Plate XXII, Figs. 1–8)

Metridia gerlachei, GIESBRECHT, 1902, p. 27, pl. 5, figs. 6–14; FARRAN, 1929, p. 259; VERVOORT, 1957, p. 120.

Occurrence. – Sta. 13, Antarctic, 50–0 m, 2 females, 1 immature male.
14, „ 200–0 m, 1 female.
15, „ 200–0 m, 7 females, 1 male, 4 immature females, 4 immature males.
16, „ 400–0 m, 20 females, 7 immature females, 1 immature male.
17, „ 250–0 m, 23 females, 5 immature females, 1 immature male.

Descriptive Notes. – Female. Length, 3.46–3.86 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 64 to 36. The thorax gradually attenuates posteriorly. The head separates from the 1st thoracic segment. The 4th and 5th thoracic segments are fused. The postero-lateral margin of the thoracic segment is rounded, and furnished with 2 very small processes closely set together at the distal end. The head in lateral view broadly vaulted along the dorso-lateral line. The rostral spine fine.

The abdomen 3–segmented. The segments and furca are in the proportional lengths : 41 : 23 : 15 : 21 = 100.

The 1st antenna 23–jointed, extends about to the level of the posterior margin of the cephalothorax.

In the 2nd foot the 1st joint of the endopod is concave on the inner proximal margin, and is furnished with 2 strong curved spines.

The 5th pair of feet 4–jointed. The distal joint has 3 setae and a small inner marginal spine.

Male. Length, 2.39 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 55 to 45. General appearance as in the female but the head is not so highly vaulted.

The abdomen 5 –segmented. The segments and furca are in the proportional lengths : 12 : 18 : 16 : 15 : 13 : 21 – 100. The clasping antenna on the left side.

The 5th pair of feet 5–jointed on each side. The distal joint of the left foot is long and spoon-shaped with 2 apical and 2 marginal spines. The 3rd joint of the right foot is prolonged into a long curved spine denticulated on the inner distal edge. The 4th and 5th joints of the right foot missing in the present specimen.

Immature female in the copepodid stage IV. Length, 2.53–2.73 mm. The abdomen 3–segmented. The segments and furca are in the proportional lengths : 17 : 24 : 22 : 37 = 100. The 5th pair of feet 3–jointed. The distal joint has 4 setae.

Immature female in the copepodid stage V. Length, 2.16–2.39 mm. The abdomen 4–segmented. The segments and furca are in the proportional lengths : 11 : 20 : 18 : 27 : 24 100. The 5th pair of feet symmetrical, 4–jointed. The distal joint has 3 outer marginal, 1 apical, and 3 inner marginal spines.

Distribution. – The species is one of the characteristic copepod of the Antarctic, and is confined to the inetermediate and deep waters south of the Antarctic Convergence. WILSON (1959) recorded the occurrence of this species from the North Atlantic (8°N–16°N), South Atlantic (23°S–51°S) and East Pacific (West coast of Columbia, Gulf of Panama). But its occurrence in the North Atlantic and Pacific is, as VERVOORT pointed out, very doubtful.

Genus *Pleuromamma* GIESBRECHT

48. *Pleuromamma abdominalis* (LUBBOCK)

Pleuromamma abdominale, GIESBRECHT, 1892, p. 347, pl. 5, fig. 8, pl. 32, figs. 3, 5, 13, 22, 25–30, pl. 33, figs. 43, 44, 48, 49, 52; *Pleuromamma abdominalis*, STEUER, 1932, p. 9, figs. 21–25.

Occurrence. – Sat. 5, Indian Ocean, Surface, 1 female.
Sta. 6, „ , „ , 1 female.

Female. Length, 3.10 mm. The specimen belongs to forma *typica* STEUER.

Distribution. – The species is a warm water form, and widely distributed in the Atlantic, Indian, and Pacific Oceans. The specimen is found from the surface to the great depth.

49. *Pleuromamma gracilis* (CLAUS)

Pleuromamma gracilis f. *minima*, STEUER, 1923, p. 33, figs. 125, 126; *Pleuromamma gracilis*, FARRAN, 1929, p. 260, figs. 23, 24.

Occurrence. – Sta. 5, Indian Ocean, Surface, 1 female.

Female. Length, 1.75 mm.

Remarks. – The anal segment has divergent lateral margins. *P. gracilis* from Suruga Bay measured 1.72 mm in the female. FARRAN's specimens from the North Temperate Atlantic measured 1.85 mm, and those from Auckland and Campbell Island 2.28–2.4 mm.

Distribution. – The species is widely distributed in the tropical and temperate waters of the Atlantic, Indian and Pacific Oceana. The geographical distribution of the species has been discussed in details by. STEUER.

50. *Pleuromamma piseki* FARRAN

Pleuromamma piseki, FARRAN, 1929, p. 260, figs. 23, 24; *Pleuromamma gracilis* f. *piseki*, STEUER, 1923, p. 34, figs. 128–133; TANAKA, 1937, p. 267, figs. 16, a, b; VERVOORT, 1957, p. 124.

Occurrence. – 5, Indian Ocean, Surface, 4 females.

Female. Length, 1.85–1.90 mm.

Remarks. – My previous specimen from Suruga Bay measured 1.86 mm. The anal segment of the female has parallel lateral margins. The body larger and stouter than in *gracilis*. FARRAN's specimen from the temperate and tropical Atlantic measured 1.95–2.00 mm.

Distribution. – In the Pacific from New Zealand, Great Barrier Reef of Australia, Phillipine Archipelago, Suruga Bay, Formosa, Hawaii Island, Galapagos Island.

Family LUCICUTIIDAE

Genus *Lucicutia* GIESBRECHT

51. *Lucicutia flavicornis* (CLAUS)

Lucicutia flavicorni, GIESBRECHT, 1892, p. 358, pl. 5, fig. 4, pl. 19, figs. 2, 3, 15–17, 21, 23, 29, 38, pl. 38, figs. 38, 40.

Occurrence. – Sta. 5, Indian Ocean, Surface, 1 male.

Male. Length, 1.36 mm.

Remarks. – FARRAN's specimens from the temperate and tropical Atlantic measured 1.4–1.5 mm in the female, and occaisional large female 1.96 mm. His specimens from the Great Barrier Reef measured in the small size 1.3–1.4 mm and 1.63–1.80 mm in large size. The specimens from the Japanese waters measured 1.46–1.64 mm in the female, and 1.34–1.70 mm in the male.

Distribution. – The species is widely distributed in the temperate and tropical waters of the oceans.

Family HETERORHABDIDAE

Genus *Heterorhabdus* GIESBRECHT

(Plate XXIII, Figs. 1–6)

52. *Heterorhabdus farrani* BRADY

Heterorhabdus farrani, VERVOORT, 1951, p. 128, figs. 70–77; 1957, p. 134, fig. 126.

Occurrence. – Sta. 16, Antarctic, 400–0 m, 1 male.

Descriptive Notes. – Male. Length, 3.80 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 68 to 32. The cephalothorax oval in dorsal view. The frontal organ slightly produced, to which 2 slender rostral filaments are attached. The head in lateral view has a distinct constriction opposite to the oral part. The postero-lateral thoracic margin rounded in lateral view, and in dorsal view it is obtusely pointed.

The abdominal segment 5–segmented. The segments and furca are in the proportional lengths : 19 : 16 : 15 : 13 : 6 + 31 = 100. The right furcal ramus has the 2nd and 3rd internal setae furnished, beside usual fine hairs, with small spines along each side of the setae (Fig. 1).

The left 1st antenna is transformed into a clasping organ. The mouth parts as described and figured by VERVOORT (1951).

The 5th pair of feet are similar in structure to those figured by VERVOORT (1957, fig. 126). The right foot has a big conical swelling on the inner margin of the 2nd basal. The 2nd joint of the exopod is voluminous, and has an internal tubercle which is more complicated in shape than that figured by VERVOORT. The 3rd joint of the exopod rather small, and has a short apical spine. The inner surface of the joint is furnished with rows of granules and a short spine. In the left foot the 2nd basal joint is smooth on the inner margin. The 1st joint of the exopod is sinuous on the inner margin. The 2nd joint of the exopod has a strong outer edge spine. The 3rd joint of the exopod has a spine on the inner distal corner. The inner margin of the joint has a long slightly curved spine furnished with to rows of denticles toward the distal end.

Remarks. – FARRAN (1929) remarks in his description of *H. robustus* that *Alloiorhabdus austrinus* WOLFENDEN is identical with his *robustus*. BRADY has described and figured a form, *H. farrani* from the Antarctic in 1918. VERVOORT (1951) recorded both sexes of a species of *Heterorhabudus* from the Antarctic, which he thought that they were identical with WOLFENDEN's from. VERVOORT, after studying BRADY's figure and slide of the 5th feet of the male, has concluded that BRADY's *farrani* may perhaps be identical with WOLFENDEN's from, and furthermore with his specimens taken in the William Barendsz Expedition. VERVOORT opposed to FARRAN's opinion that *robustus* and *Alloiorhabdus austrinus* are identical. I have previously obtained several specimens of *robustus* both female and male from the Izu region. On comparing the present male with that of *robustus* I am convinced that *farrani* is clearly distinct from *robustus* so far as the male is concerned. They differ each other in the shape of the 5th pair of feet. The 3rd joint of the right 5th foot of *farrani* is different in the proportional length from that of *robustus*, and also in the characteristic long spine on the inner margin of the 3rd joint of the exoped of the left foot. The present male specimen comes nearest to that of *farrani* described and figured by VERVOORT.

Several immature specimens of *Heterorhabdus* were found in the material. They were in the copepedid stage III and measured 0.77–1.15 mm. These specimen were composed of two species, of which the robust one appears to be the immatue of *H. farrani*.

Distribution. – The species appears to be the characteristic fauna of the Antarctic, and has been recorded exclusively from the south of the Antarctic

Convergense. *H. robustus* Farran appears to have a wide distribution in the deep water of the oceans, and has been recorded from the Irish West Coast by Farran, from Canary and Azores by Sars, and from Japanese water by Tanaka.

Family AUGAPTILIDAE

Genus *Haloptilus* Giesbrecht

53. *Haloptilus ocellatus* Wolfenden

(Plate XXIV, Figs. 1–5)

Haloptilus ocellatus, Wolfenden, 1908, p. 42, pl. 3, figs. 1, 2; Wolfenden, 1911, p. 324; Farran, 1929, p. 268; Vervoort, 1957, p. 138.

Occurrence. – Sta. 17, Antarctic, 250–0 m, 1 female.

Female. Length, about 7.90 mm. The specimen was considerably mutilated. The characteristic black eye spot on the back was not observed in the specimen. The body was soft-skined and hyaline.

Distribution. – South of 60°S and occasionally found in the north of 60°S.

Family CANDACIIDAE

Genus *Candacia* Dana

54. *Candacia aethiopica* (Dana)

Candace aethiopica, Giesbrecht, 1892, p. 424, pl. 4, fig. 13, pl. 21, figs. 1, 9, pl. 22, figs. 1, 6, 13, 14, 32, 40, pl. 29, figs. 7, 11, 13; *Candacia aethiopica*, Giesbrecht und Schmeil, 1898, p. 128.

Occurrence. – Sta. 5, Indian Ocean, Surface, 1 male, 1 immature male.
Sta. 6, „ , „ , 1 juv.

Male. Length, 1.96 mm. Immature male in the V copepedid stage, 1.64 mm.

Remarks. – The specimens is slightly smaller in size than those hitherto been recorded. The female specimen from the Japanese waters measured 2.15–2.8 mm in the female and 2.0–2.43 mm in the male.

Distribution. – The species is widely distributed in the tropical and temperate regions of the great oceans. Also in the Mediterranean Sea, Arabian Sea, Malay Archipelago, Great Barrier Reef of Australia, Coast of Burma, the Bay of Bengal, adjacent seas of Japan, San Diego region.

55. *Candacia bipinnata* (Giesbrecht)

Candace bipinnata, Giesbrecht, 1892, p. 424, pl. 22, fig. 20, pl. 39, figs. 27, 29.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 female.

Female. Length, 2.42 mm.

Distribution. – Widely distributed in the tropical and temperate waters of the oceans, Mediterranean Sea, Arabian Sea, adjacent seas of Japan, and Northeastern Pacific.

56. *Candacia catula* (Giesbrecht)

Candace catula, Giesbrecht, 1892, p. 425, pl. 22, figs. 3, 27, 28.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 immature female, 1 immature male.

Immature fammale in the copepodid stage V. Length, 1.52 mm.

Immature male in the copepodid stage V. Length, 1.14 mm. The immature male has a long left 5th foot composed of 3 joints. The right foot has an undeveloped endopod and unjointed exopod.

Distribution. – Pacific Ocean, Red Sea, Malay Archipelago, Sagami Bay, Tokara Island, Coast of Formosa, East China Sea, Kii Channel, Off Kinkwa-san, Indian Seas, Great Barrier Reef of Australia, Maldive and Laccadive Archipelago.

57. *Candacia pachydactyla* (Dana)

Candace pahydactyla, Giesbrecht, 1892, p. 424, pl. 21, fig. 17, pl. 22, figs. 11, 19, pl. 39, figs. 30–33.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 2 males, 6 immature males.

Male. Length, 12.67–2.74 mm. Immature males in the copepodid stage V. Length, 1.25–1.64 mm.

Distribution. – Tropical Atlantic, South Atlantic, North Atlantic, Indian Seas, Malay Archipelago, Maldive and Laccadive Archipelagoes, Arabian Sea, South China Sea, Phillipine Island and Fiji Island, Sagami Bay, Kii Channel, and Hachijo Island.

Family ACARTIIDAE

Genus *Acartia* Dana

58. *Acartia negligens* Dana

(Plate XXIV, Fig. 6)

Acartia negligens, Giesbrecht, 1892, p. 508, pl. 30, fig. 22, pl. 43, fig. 18.

Occurrence – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 female, 1 immature male.
Sta. 3, " , " , 3 immature females.

Sta. 5, Indian Ocean, Surface, 4 females, 2 males, 2 immature males.
Sta. 6, „ , „ , 1 female, 1 immature female.
Sta. 8, „ , „ , 3 females, 1 immature female.

Descriptive Notes. – Female. Length, 1.06–1.27 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 75 to 25. The rostral filament absent. The postero-lateral margin of the thoracic segment broadly rounded and slightly sinuate, and has 2 small spines and short hairs on the distal margin. In the 5th foot the terminal claw is furnished with small denticles. The outer marginal seta is very long, more than 5 times as long as the distal joint. Male. Length, 1.03–1.05 mm.

Remarks. – Farran's specimens from the Great Barrier Reef measured 1.70–2.07 mm. The specimens from the Izu region, 1.09–1.20 mm. Those from the Temperate Atlantic 1.1–1.2 mm.

Distribution. – Pacific Ocean, 27°N–26°S (Giesbrecht), Malay Archipelago (A. Scott), Fiji Island (Wilson), Sagami Bay (Tanaka), Tokara Island, Eastern Coast of Formosa, East China Sea, Kii Channel, Hachijo Island, (Mori), Great Barrier Reef (Farran), Indian Seas (Sewell), Red Sea (Giesbrecht), Western Mediterranean (Gibsbrecht), Tropical and North Temperate Atlantic (Farran).

CYCLOPOIDA

Section GNATHOSTOMA

Family OITHONIDAE

Genus *Oithona* Baird

(Plate XXIV, Figs. 7–12)

Oithona attenuata, Farran, 1913, p. 187, pl. 30, figs. 3–9; Rosendorn, 1917, p. 42, text-fig. 25, a–h; Früchtl, 1924, p. 70; Sewell, 1947, p. 70.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 female.

Descriptive Notes. - Female. Length, 0.80 mm. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 52 to 48. The rostrum absent.

The posterior region of the body has the segments and furca in the proportional lengths:

Segment.	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	12	29	15	14	13	17	=100.

The 1st to 4th swimming feet have each the following number of outer marginal spine and inner marginal setae on the 1st to 3rd joints of the exopod:

	Outer marginal spine			Inner marginal seta		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1st foot	1	1	3	1	1	4
2nd foot	1	1	3	1	1	5
3rd foot	1	1	3	1	1	5
4th foot	1	1	2	1	1	5

The 1st joint of the exopod of the 1st foot has a short seta on the inner margin. This seta is, according to FARRAN, absent in his specimen examined. In other respects the specimen agrees well with FARRAN's description and figures.

Remarks. – FRÜCHTL called attention to the presence of a seta on the 1st joint of the exopod, and an inner marginal seta on the 1st basal joint of the 1st swimming foot. FRÜCHTL's specimen from the Aru Archipelago measured 0.738 mm. FARRAN's specimen from the Great Barrier Reef 1.78 mm. But this figure appears to be erroneous. The size may, perhaps, be 0.78 mm.

Distribution. – The species is sparingly distributed in the tropical region of the Pacific, Indian and Atlantic Oceans. Recorded from Pago Pago Harbour, Samoa (ROSENDORN), Great Barrier Reef (FARRAN), Christmas Island (FARRAN), Nicobar Island (SEWELL), Maldive Archipelago, Arabian Sea (ROSENDORN), Cape of Good Hope (ROSENDORN).

60. *Oithona fallax* FARRAN

(Plate XXV, Figs. 1–7)

Oithona fallax, FARRAN, 1913, p. 185, pl. 27, figs. 9–12, pl. 28, figs. 1–3; ROSENDORN, 1917, p. 27, text-figs. 14, a, b, 15, a–h; FRÜCHTL, 1924, p. 66; MORI, 1937, p. 112, pl. 62, figs. 13–18; SEWELL, 1947, p. 253.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 2 immature females.
Sta. 5, Indian Ocean, Surface, 1 male.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, 1 immature female.

Descriptive Notes. – Male. Length, 0.66 mm. The proportional lengths of the anterior and posterior regions of the body are as 62 to 38. The rostrum not visible from the dorsal. It is represented by a blunt process when viewed from the lateral.

The posterior region of the body has the segments and furca in the proportional lengths:

Segment	Th 5	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	19	21	16	13	10	11	10	=100.

The 1st antenna 13–jointed. The knee-joint occurs between the joints 11 and 12.

The 1st to 4th swimming feet have each the following number of outer marginal spine and inner marginal setae on the joints of the exopod:

	Outer marginal spine			Inner marginal seta		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1st foot	1	1	2	0	1	4
2nd foot	1	0	2	1	1	5
3rd foot	1	0	2	1	1	5
4th foot	0	0	2	1	1	5

Remarks. – Rosendorn's male specimen of *O. fallax* has the following number of outer marginal spine on the joints of the exopod: 1st foot, 1, 1, 2; 2nd foot, 1, 1, 3; 3rd foot, 1, 1, 2; 4th foot, 1, 1, 2. The present male agrees fairly well with that described by Rosendorn except the number of outer marginal spines on the 2nd to 4th feet. The present specimen resembles also closely *O. similis* Claus. But the male of *similis* has the outer marginal spines of the exopod of the swimming feet quite different in number from those of the present specimen.

Distribution. – Tropical and temperate regions of the Atlantic, Indian Ocean, Arabian Sea, Christmas Island, Aru Archipelago, Agulhas Current Strait of Formosa, Kii Channel.

61. *Oithona frigida* Giesbrecht

(Plate XXV, Figs. 8–10)

Oithona frigida, Giesbrecht, 1902, p. 29, pl. 6, figs. 10–16; Farran, 1929, p. 283; Vervoort, 1957, p. 145.

Occurrence. – Sta. 15, Antarctic, 200–0 m, 1 female, 1 immature female.
Sta. 16, " , 400–0 m, 6 females.
Sta. 17, " , 250–0 m, 17 females, 14 juvs.

Descriptive Notes. – Female. Length, 1.19–1.35 mm. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 54 to 46. The posterior region of the body has the segments and furca in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	9	32	15	16	13	15	=100.

The 1st antenna 13–jointed, extents to the middle of the genital segment.

The 1st to 4th feet have each the following number of outer marginal spine and inner marginal seta on the joints of the exopod:

	Outer marginal spine			Inner marginal seta		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1st foot	1	1	3	1	1	4
2nd foot	1	1	3	0	1	5
3rd foot	1	0	1	0	1	5
4th foot	0	0	1	0	1	5

The outer marginal spine on the 3rd joint of the exopod of the 4th foot is 1.3 times as long as the joints of the exopod taken together. The 1st basal joint of the 4th foot is furnished with hairs on the proximal outer margin.

Remarks. – The carmin-red colour remained around the oral parts and in the cephalothorax.

Distribution. – Ross Sea (WOLFENDEN, FARRAN), Pacific Sector of the Antarctic (GIESBRECHT), Atlantic Sector of the Antarctic (VERVOORT), Indian Sector of the Antarctic (VERVOORT, and present record), South Georgia region (HARDY and GUNTHER), Off Tasmania and Macquaie (BRADY, VERVOORT).

62. *Oithona nana* GIESBRECHT

(Plate XXVI, Figs. 1–4)

Oithona nana, GIESBRECHT, 1892, p. 538, pl. 4, fig. 8, pl. 34, figs. 10, 11, 20, 24, 26, 34, 35, 42, pl. 44, figs. 2, 4, 6; ROSENDORN, 1917, p. 40, figs. 24, a–d; MORI, 1937, p. 113, pl. 63, figs. 1–8; SEWELL, 1947, p. 254.

Occurreuce. – Sta. 1, Indian Ocean, Surface, 2 females, 4 immature females.
Sta. 2, „ , „ , 2 females.
Sta. 5, „ , „ , 1 female, 1 immature female.
Sta. 8, „ , „ , 28 females, 2 males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.51–0.64 mm. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 52 to 48. The rostrum absent. The posterior region has the segments and furca in the proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	12	32	17	15	11	13	=100.

The furcal rami 2 times as long as wide. The genital segment produced laterally about on the proximal 1/5 of the segment.

The 1st to 4th feet has the following number of seta on the joints of the exopod :

	Re 1	Re 2	Re 3
1st foot	1	1	3
2nd foot	1	1	3
3rd foot	1	1	3
4th foot	1	1	2

The terminal spine of the exopod of the 1st to 4th feet are longer than the 3rd joint of the exopod of the respective foot.

Male. Length, 0.55 mm. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 54 to 46. The posterior region has the segments and furca in the following proportional lengths :

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	13	21	17	16	13	10	10	=100.

Remarks. – According to GURNEY (1927) there are two forms in this species, a northern smaller form measuring 0.53–0.55., and a southern larger form measuring 0.62–0.69 mm. FRÜCHTL's specimens form the Aru Archipelago measured 0.50–0.63 mm. SEWELL's from the Arabian Sea, 0.56 mm. The specimens from the Japanese waters measured 0.62 mm in the female, and 0.54 mm in the male.

Distribution. – The species has a wide distribution in the oceans. Also in the Mediterranean Sea, Red Sea, Arabian Sea, Gulf of Suez, and in the temperate regions of the Japanese waters.

63. *Oithona oculata* FARRAN

(Plate XXVI, Figs. 5–10)

Oithona oculata, FARRAN, 1913, p. 188, pl. 30, figs. 8, 9, pl. 31, figs. 2–9 ; ROSENDORN, 1917, p. 37, text-fig. 23, a–g ; SEWELL, 1947, p. 254.

Occurrence. – Sta. 8, Cape of Good Hope, Surface, 1 female.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.89 mm. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 58 to 32. The rostrum not visible from the dorsal, and is represented by a blunt process. The last thoracic segment has on each side a small spine on the postero-lateral margin. The posterior region has the segments and furca in the proportional lengths :

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	13	29	15	16	12	15	=100.

The furcal rami slightly divergent, about 2.7 times as long as broad.

The 1st to 4th feet have each the following number of outer marginal spines and inner marginal setae on the joints of the exopod:

	Outer marginal spine			Inner marginal seta		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1st foot	1	1	3	1	1	4
2nd foot	1	1	3	1	1	5
3rd foot	1	1	3	1	1	5
4th foot	1	1	2	1	1	5

The inner and outer marginal setae on the joints of the endopod are as follows:

	Inner marginal seta			Outer marginal seta		
	Ri 1	Ri 2	Ri 3	Ri 1	Ri 2	Ri 3
1st foot	1	1	4	0	0	1
2nd foot	1	2	4	0	0	1
3rd foot	1	2	4	0	0	1
4th foot	1	2	3	0	0	1

In the 1st foot the terminal spine of the exopod is longer than the 3rd joint of the exopod (23 : 19), and has 19 teeth along the outer margin. The spine is slightly notched near the inner distal end (Fig. 9).

Distribution. – The species has been recorded from the tropical waters of the Pacific (ROSENDORN) and Indian Oceans.

64. *Oithona plumifera* BAIRD

(Plate XXVI, Figs. 11–13)

Oithona plumifera, GIESBRECHT, 1892, p. 537, pl. 4, fig. 10, pl. 34, figs. 12, 13, 22, 25, 27–29, 32, 33, pl. 44, figs. 1, 7, 12–15; ROSENDORN, 1917, p. 10, text-fig. 1, a–d; MORI, 1937, p. 109, pl. 60, figs. 3–5; SEWELL, 1947, p. 255.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 2 immature females.
Sta. 5, „ , „ , 1 female, 1 immature female.
Sta. 8, „ , „ , 1 immature female.

Descriptive Notes. – Female. Length, 1.13 mm. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 51 to 49. The genital segment has a patch of hairs on the proximal ventral surface.

Immature female. Length, 0.96 mm. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 53 to 47. The posterior region of the body has the segments and furca in the proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	Furca	
	13	15	17	15	26	14	=100.

The 1st antenna 11-jointed, extends about to the 3rd abdominal segment. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	161	45	71	103	136	136	39	180	39	45	45=1.000.

The 1st to 4th feet have each the following number of outer marginal spines on the joints of the exopod:

	Re 1	Re 2	Re 3
1st foot	1	1	2
2nd foot	11	0	2
3rd foot	1	0	1
4th foot	0	0	1

Distribution. – The species has wide distribution in the temperate and tropical regions of the three great oceans. The species appears to be torelant of brackish or even of fresh waters. I have observed a female specimen taken from a fresh water well in Okino Erabu Shima, Amami Islands, Japan. The specimen measured 1.13 mm, agrees quite well with the description of *O. plumifera* Baird.

65. *Oithona similis* Claus

(Plate XXVI, Figs. 1–9)

Oithona similis, Giesbrecht, 1892, p. 541, pl. 34, figs. 18, 19, 21, 36–39, pl. 44, figs. 3, 5, 8, 11; Rosendorn, 1917, p. 24, fig. 13, a–e; Mori, 1937, p. 112, pl. 62, figs. 1–12; Vervoort, 1957, p. 146.

Occurrence. – Sta. 8, Cape of Good Hope, Surface, 15 females, 3 males, 14 immature females.
Sta. 9, Antarctic, Surface, 3 females, many juvs.
Sta. 16, " , " , 33 females, many juvs.
Sta. 11, " , " , 10 females, 33 juvs,
Sta. 13, " , 50–0 m, 13 females, 1 male, 4 immature females.

Sta. 14, Antarctic, 200–0 m, 4 females, 1 immature female.
Sta. 15, » , 200–0 m, 161 females, 19 males, many juvs.
Sta. 16, » , 400–0 m, 4 females, 1 male,
1 immature female.
Sta. 17, » , 250–0 m., 109 females, 14 males, many juvs.

Descriptive Notes.—Female. Length, 0.71–1.05 mm. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 55 to 45. The rostrum curved slightly posteriorly, not visible from the dorsal. The segments of the posterior region are in the proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	10	36	15	15	14	10	=100.

The 1st antenna 12–jointed, extends about to the middle of the genital segment. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3–4	5	6	7	8	9	10	11	12	13–14	
	6	7	6	5	4	14	27	5	12	2	5	7	=100.

The 1st to 4th feet have each the following number of the outer marginal spine and inner marginal seta on the joints of the exopod:

	Outer marginal spine			Inner marginal seta		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1st foot	1	1	2	0	1	4
2nd foot	1	0	1	0	1	5
3rd foot	1	0	1	0	1	5
4th foot	0	0	1	0	1	5

The inner and outer marginal setae on the joints of the endopod are as follows:

	Inner marginal seta			Outer marginal seta		
	Ri 1	Ri 2	Ri 3	Ri 1	Ri 2	Ri 3
1st foot	1	1	4	0	0	1
2nd foot	1	2	4	0	0	1
3rd foot	1	2	4	0	0	1
4th foot	1	2	3	0	0	1

Male. Length, 0.75–0.82 mm. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 63 to 37. The posterior region of the body has the segments in the proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	12	26	18	12	9	11	12	=100.

The 1st antenna has the knee-joint between the joints 11 and 12. The 1st to 4th feet have each the following number of outer marginal spine on the joints of the exopod:

	Re 1	Re 2	Re 3
1st foot	1	1	2
2nd foot	1	1	2
3rd foot	1	1	2
4th foot	1	1	2

Remarks. – The female varied in size from 0.71 to 1.05 mm. No difference was found among them in general appearence and also in the structure of the appendages. FARRAN (1929) reported that some of the Antarctic specimens had a rather broad and flattened cephalothorax, but their swimming feet and other appendages agreed well with the typical type. FARRAN's specimens from the tropical Atlantic and Antarctic measured 0.76–1.08 mm. ROSENDORN's typical type measured 0.78 mm.

Distribution. – The species is widely distributed in every region of the oceans.

66. *Oithona simplex* FARRAN

(Plate XXVIII, Figs. 1–6)

Oithona simplex, FARRAN, 1913, p. 187, pl. 29, figs. 10–14, pl. 30, figs. 1, 2; ROSENDORN, 1917, p. 44, text-fig. 26, a–f; FRÜCHTL, 1924, p. 73.

Occurrence. – Sta. 1, South China Sea, Surface, 3 females.
Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 61 females, 46 males, 23 juvs.
Sta. 3, " , " , 1 female, 1 male.
Sta. 4, " , " , 1 female, 1 male.
Sta. 5, " , " , 14 females, 3 males, 1 immature female.
Sta. 6, " , " , 1 immature female.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.30–0.44 mm. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 65 to 35. The rostrum absent. The body robust, wider than half the length of the anterior region of the body. The posterior region of the body has the segments and furca in the proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	12	35	15	15	8	15	=100.

The furcal rami divergent, twice as long as broad.

The 1st antenna short, extends to the level of the posterior end of the 2nd thoracic segment. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5–6	7	8	9	10–11	12	13–14	
	12	6	13	5	12	6	8	5	13	51	5	=100.

The 1st to 4th feet have each the following number of outer marginal spines and inner marginal setae on the joints of the exopod:

	Outer marginal spine			Inner marginal seta		
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 1	Re 2	Re 3
1st foot	1	1	3	0	1	4
2nd foot	1	1	3	1	1	5
3rd foot	1	1	3	1	1	5
4th foot	1	1	3	1	1	5

The inner and outer marginal setae on the joints of the endopod are as follows:

	Inner marginal seta			Outer marginal seta		
	Ri 1	Ri 2	Ri 3	Ri 1	Ri 2	Ri 3
1st foot	1	1	4	0	0	1
2nd foot	1	2	4	0	0	1
3rd foot	1	2	4	0	0	1
4th foot	1	2	3	0	0	1

Male. Length, 0.375–0.43 mm. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 64 to 44. The general appearence as in the female. The porterior region of the body has the segments and furca in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	16	22	17	15	15	5	10	=100.

The 1st antenna has the knee-joint between the joints 11 and 12.

Distribution. – The species is distributed in the Indo-Pacific. FARRAN recorded the species from Christmas Island. FRÜCHTL from the Aru Archipelago. According to FRÜCHTL the species was rare in the stations located in the open sea.

Section POECILOSTOMA

Family ONCAEIDAE

Genus *Oncaea* PHILIPPI

67. *Oncaea clevei* FRÜCHTL

(Plate XXVIII, Figs. 7–13)

Oncaea clevei, FRÜCHTL, 1924, p. 89, figs. 62–70; SEWELL, 1947, p. 258.

Occurrence. – Sta. 1, South China Sea, Surface, 2 females, 1 male, 2 immature females, 2 immature males.

Sta. 8, Cape of Good Hope, Surface, 1 female, 15 males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.68–0.76 mm. The proportional lengths of the anterior and posterior regions of the body are as 65 to 35. The 2nd thoracic segment has a median dorsal process. The proportional lengths of the segments of the posterior region are as follows:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	10	50	6	6	10	18	=100.

Male. Length, 0.46 mm. The proportional lengths of the anterior and posterior regions of the body are as 65 to 35. There is no median process on the dorsal of the 2nd thoracic segment. The proportional lengths of the segments of the posterior region are as follows:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	12	62	5	2	3	7	9	=100.

The genital segment 2/3 as wide as long. The furcal rami 1.5 times as long as broad.

Remarks. – SEWELL's specimen from the Arabian Sea measured 0.68 mm. FRÜCHTL's from the Aru Archipelago, 0.68 mm. FARRAN's from the Great Barrier Reef, 0.63–0.68 mm. in the female, 0.53–0.55 mm. in the male.

Distribution. – Recorded from Aru Archipelago, Great Barrier Reef, Malay Archipelago Arabian Sea, South China Sea (present record), Cape of Good Hope (present record).

68. *Oncaea conifera* GIESBRECHT

(Plate XXIX, Figs. 1–8)

Oncaea conifera, GIESBRECHT, 1892, p. 591, pl. 2, fig. 10, pl. 47, figs. 4, 16, 21, 28, 34, 38, 42, 55, 56; FARRAN, 1929, p. 285; 1936, p. 127; MORI, 1937, p. 120, pl. 66, figs. 10–13.

Occurrence. – Sta. 13, Antarctic, 50–0 m, 2 males.
Sta. 15, » , 200–0 m, 6 females, 20 males, 22 immature females.
Sta. 16, » , 400–0 m, 13 females, 5 males, 2 immature females.
Sta. 17, » , 250–0 m, 13 females, 39 males, 25 immature females.

Descriptive Notes. – Female. Length, 1.17–1.27 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 66 to 34. The 2nd thoracic segment has a well-marked dorsal projection. The abdominal segments and furca are in the following proportional lengths:

Segment	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	55	9	7	12	17	=100.

The genital segment swollen at the anterior 1/5 of the segment. The furcal rami 4.35 times as long as wide.

Male. Length, 0.64–0.68 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 69 to 31. The head is about as long as wide. The proportional lengths of the abdominal segments and furca are as follows:

Segment	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	66	3	1	1	13	16	=100.

The genital segment about 1.6 times as long as wide (25 : 16). The process on the posterior lateral margin of the segment is very acute. The furcal rami 2.4 times as long as wide.

Immature female specimen in the copepodid stage V measured 0.88–0.95 mm, and those in the stage IV measured 0.53–0.68 mm. The immature female has no dorsal projection on the 2nd thoracic segment.

Remarks. – GIESBRECHT (1902) and FARRAN (1929) called attention to the short furcal rami and large genital segment found among the specimens taken from the Antarctic. FARRAN's specimens taken in the "Terra Nova" Expedition measured 1.16–1.38 mm. His specimens from New Zealand resembles the Mediterranean type, and those from the Antarctic have a large genital segment. The present specimens from 66°S have rather a short genital segment and longer furca. FARRAN (1936) divided the females of *conifera* taken from the Great Barrier Reef into 3 groups according to their size and other characters. The present specimens come near to his group "a" in size.

Distribution. – The species has a world-wide distribution and has been recorded from the Arctic, Antarctic, Atlantic, Indian and Pacific Oceans, and Mediteranean Sea. In the present collection the specimens were found only from the regions south of 66°S.

69. *Oncaea curvata* Giesbrecht

(Plate XXX, Figs. 1–11; Plate XXXI, Figs. 1–3)

Oncaea curvata, Giesbrecht, 1902, p. 42, pl. 13, figs. 12–17; Farran, 1929, p. 286; Vervoort, 1957, p. 147.

Occurrence. – Sta. 15, Antarctic, 200–0 m, 13 females, 18 males, 16 immature females, 15 immature males.
Sta. 16, " , 400–0 m, 1 female, 5 males.
Sta. 17, " , 250–0 m, 42 females, 50 males, 16 immature females.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.59–0.75 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 65 to 35. The body transparent and soft-skined. The lateral margin of the 4th thoracic segment contracts anteriorly. The posterior margin of the 4th thoracic segment narrowly rounded in lateral view, extends about to the middle of the 5th thoracic segment.

The abdominal segments and furca are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	47	12	10	15	16	=100.

The genital segment swollen laterally about the middle of the segment in dorsal view, about 1.2 times as long as broad. The ventral surface of the segment is swollen about in the middle of the segment. The furcal rami 3 times as long as broad. The distal margin of the ramus dilated when viewed from the lateral (Fig. 3).

The 1st antenna 6-jointed, extends about to the posterior end of the head The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6
	10	19	45	12	6	8=100.

In the 4th foot the 3rd joint of the endopod is slender and long, exceeding the distal end of the exopod. The distal spine of the same joint is about as long as joint itself. The 5th foot is very small with 2 apical and a proximal setae.

Male. Length, 0.48–0.52 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 67 to 33. The head contracts anteriorly. The 4th thoracic segment as in the female.

The abdominal segments and furca are in the proportional length:

Segment	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	58	4	3	4	15	16	=100.

The genital segment is elongate ovate in shape, about 1.6 times as long as broad. The ventral surface slightly swollen. The furcal rami 2.2 times as long as broad. The distal end of the ramus dilated in lateral view.

The 1st antenna 5–jointed. The distal 3 joints are completely fused.

Distribution. – This small species is a characteristic copepod of the Antarctic, and recorded from the area 69°48′ S, 81°19′ W (GIESBRECHT), 64°59′ S, 117°01′ E (VERVOORT), 65°27′ S, 54°35′ E, (VERVOORT), 67°59′ S, 41°08′ E (present record).

70. *Oncaea media* GIESBRECHT

(Plate XXXI, Figs. 4–9)

Oncaea media, GIESBRECHT, 1892, p. 591, pl. 2, fig. 12, pl. 47, figs. 1, 11, 29–33, 40; FARRAN, 1929, p. 285; 1936, p. 126; SEWELL, 1947, p. 261.

Occurrence. – Sta. 1, South China Sea, Surface, 1 female, 2 males.
Sta. 2, Indian Ocean, » , 4 females, 8 males, 2 immature females.
Sta. 3, » , » , 1 female, 2 males, 1 immature female.
Sta. 4, » , » , 1 female, 2 males.
Sta. 5, » , » , 4 females, 1 immature female.
Sta. 6, » , » , 1 immature female.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 90 females, 150 males.

Descriptive Notes. – There are, as previous authors have pointed out, a great range in size. SEWELL divided the species into two forms, forma *major* and forma *minor*. They measured 0.733 –0.817, and 0.58–0.65 mm respectively. The present females ranged in size from 0.55 mm to 0.79 mm. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 63 to 37. The proportional lengths of the segments of the posterior region are as follows:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	10	54	4	7	8	16	=100.

The furcal rami 2.6 times as long as broad. The distal segments of the abdomen are of yellowish brown colour.

Male. Length, 0.51–0.60, 0.70–0.93 mm. The male varies also greatly in size. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 59 to 41. The proportional lengths of the segments of the posterior region are as follows:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	11	62	5	3	3	5	11	=100 (large form)
	12	62	5	2	2	5	12	=100 (small form).

The furcal rami about 2.6 times as long as broad.

Remarks. – In the present material the small form is much inferior in number, viz. 12 individuals out of 98 in the female, and 11 out of 156 in the male. These two forms differ only in size, and there is no structural difference.

Distribution. – The species is widely distributed in the tropical and temperate waters of the oceans and also in the Mediterranean and Arabian Seas. Farran recorded the occurrence of the species as far south as Ross Island in the Antarctic. But his record appears to be somewhat doubtful. Farran does not mention the sizes of his male taken from the Antarctic. He gives only those of the specimens obtained from the Tropical Atlantic and Off New Zealand. The male of *O. media* comes near to that of *O. conifera* in size, and is easily confused with the latter.

71. *Oncaea notopus* Giesbrecht

(Plate XXXII, Figs. 1–7)

Oncaea notopus, Giesbrecht, 1892, pp. 591, 603, pl. 47, figs. 12, 15, 45; 1902, p. 41, pl. 13, figs. 1–6; Vervoort, 1957, p. 148.

Occurrence. – Sta. 15, Antarctic, 200–0 m, 4 females.
Sta. 16, " , 400–0 m, 1 female.
Sta. 17, " , 250–0 m, 4 females, 4 males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.63–0.68 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 68 to 32. The frontal margin of the head evenly rounded in dorsal view. The abdominal segments and furca are in the following proportional lengths:

Segment	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	50	14	7	15	14	=100.

The genital segment 1.6 times as long as wide, swollen at the middle section. The furcal rami twice as long as wide.

The 5th foot slender and long, extends about to the level of the proximal 1/3 of the genital segment, and is furnished with 2 apical setae and a proximal one.

Male. Length, 0.49–0.52 mm. The proportional lengths of the cephalothorax and abdomen are as 68 to 32. The head slightly tapers anteriorly. The abdominal segments and furca are in the following proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	59	5	3	3	15	15	=100.

The genital segment about 1.2 times as long as broad. The lateral distal margin

of the segment triangularly produced. The furcal rami 1.7 times as long as broad. The 5th foot smaller in proportion to that of the female.

Immature females in the copepodid stage V. Length, 0.50–0.60 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 70 to 30. The abdomen 3–segmented, their proportional lengths are as follows:

Segment	Abd. 1	2	3	Furca	
	50	9	23	18	=100.

The 5th foot not fully developed and short.

Immature male in the copepodid stage V. Length, 0.42–0.49 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 76 to 24. The abdomen 3–segmented. The segments and furca are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	3	Furca	
	33	17	29	21	=100.

Distribution. – GIESBRECHT recorded the species in the locality 99°–124°W, 11°N–3°S. from the depth 1000–0 m, and from the Antarctic 69°48′S, 81°19′W. VERVOORT recorded a single specimen from the Station 65°27′S, 54°35′E. This small form appears to have a fairly wide distribution in the deep water of the Indian Ocean. HARDY and GUNTHER recorded the species abundantly from deeper level in the adjacent waters of South Georgia Whaling Ground.

72. *Oncaea venusta* PHILIPPI

Oncaea venusta, GIESBRECHT, 1892, p. 602, pl. 3, fig. 7, pl. 47, figs. 2, 5, 13, 17, 39, 44, 50, 54, 58; *Oncaea venusta* var. *venella*, FARRAN, 1929, p. 284, fig. 33; *Oncaea venusta*, SEWELL, 1947, p. 263.

Occurrence. – Sta. 1, South China Sea, Surface, 1 female.
Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 9 females, 1 male.
Sta. 3, » , » , 3 females.
Sta. 5, » , » , 4 females, 8 males.
Sta. 6, » , » , 1 female.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 9 females, 4 males, 1 immature female.
Sta. 10, Antarctic, Surface, 1 female.

Descriptive Notes. – Two forms, the large and small forms, are present in the material. The present female specimen of the large form which SEWELL called forma *typica* measured 1.13–1.39 mm. The proportional lengths of the anterior and posterior regions of the body are as 57 to 43. The anterior region is 1.7 times as long as wide (63 : 37). The proportional lenths of the segments of the posterior region as follows:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	13	48	5	5	9	20	=100.

The furcal rami 4 times as long as broad.

The small form which was named forma *venella* by FARRAN measured 0.90–1.00 mm. The proportional lengths of the anterior and posterior regions of the body are as 60 to 40. The anterior region about 1.6 timed as long as broad (61 : 39). This is more slender than in forma *typica*. The posterior region has the segments in the following proportional lengths :

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	10	45	7	7	9	22	=100.

The furcal rami 4 times as long as broad.

No structural differences were observed between these two forms.

Male. Length, 0.74–1.07 mm. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 60 to 40. The posterior region has the segments in the following proportional lengths :

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	10	60	4	2	2	7	15	=100.

The furcal rami 4 times as long as broad. The genital segment about 1.6 times as long as broad (36 : 21) in the small form, and about 1.3 times as long as broad (47 : 37) in the large form.

Distribution. – Forma *typica* SEWELL has a wide distribution in the tropical and temperate waters of the three oceans, and in the Mediterranean Sea. Forma *venella* has been recorded from the tropical and temperate Atlantic, off New Zealand, Great Barrier Reefs of Australia, Arabian Sea, and Indian Ocean. The specimens from Japanese waters belong to forma *typica*.

Family SAPPHIRINIDAE

Genus *Sapphirina* THOMPSON

73. *Sapphirina angusta* DANA

Sapphirina angusta, GIESBRECHT, 1892, p. 620, pl. 52, figs. 5, 6, 20, 53, 55, 58, 66, pl. 53, figs. 6, 17, 29, 30, 55, pl. 54, figs. 2, 8, 17, 20, 60, 61 ; MORI, 1937, p. 125, pl. 68, figs. 1–5.

Occurrence. – Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 3 females.

Descriptive Notes. Female. Length, 2.82 mm. The proportional lengths of the anterior and posterior regions of the body are as 72 to 28. The anterior region is slender, about 2.5 times as long as broad. The dorsal lenses are set closely together.

The posterior region of the body has the segments in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	14	21	10	9	11	35	=100.

The distal border of the 2nd to 4th abdominal segment is finely serrated on the posterior surface. The furcal rami 2 times as long as broad (33 : 17). The median dorsal seta of the furca is situated at the distal 1/3 of the ramus.

The 1st antenna 5–jointed. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	
	18	42	17	10	13	=100.

In the 2nd foot the endopod is about as long as the exopod. The 3rd joint of the endopod carries 3 apical spines. In the 4th foot the endopod is slightly shorter than the exopod.

Remarks. – The present specimen is much smaller in size than those previously reported. FARRAN's specimens from the Atlantic measured 3.24–3.65 mm in the female, and 4.8–5.1 mm in the male. The specimens from Japanese waters measured about 3–4 mm in the female.

Distribution. – The species is widely distributed in the tropical and temperate regions of the three oceans, and also in the Mediterranean Sea.

74. *Sapphirina gemma* DANA

Sapphirina gemma, GIESBRECHT, 1892, p. 620, pl. 52, figs. 22, 62, 64, pl. 53, figs. 19, 31, 32, 61, pl. 54, figs. 10, 12; FARRAN, 1929, p. 287; MORI, 1937, p. 125, pl. 68, figs. 6–11; *ovatolanceolata-gemma*, SEWELL, 1947, p. 268.

Occurrence. – Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 2 females.

Descriptive Notes. – Female. Length, 2.95 mm. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 62 to 38. The anterior region is 1.9 times as long as broad. The eyes small, situated ventrally. The head 1.14 times as long as broad.

The posterior region has the segments in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	14	20	12	11	13	30	=100.

The furcal rami about 2.1 times as long as broad. The median dorsal seta is situated on the distal 2/5 of the ramus.

The 1st antenna 5–jointed. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5
	18	40	18	11	13=100.

The 2nd antenna has the joints in the proportional lengths:

Joint	1	2	3	4 (including terminal claw)
	31	44	11	24=100.

In the 2nd foot the 3rd joint of the endopod has a single outer marginal, 2 terminal, and 1 inner marginal spines. The exopod has 3 outer marginal setae on the 3rd joint. The 4th foot has 2 outer marginal setae on the 3rd joint of the exopod. The endopod has 2 outer marginal and 1 inner marginal spines on the 3rd joint.

The another female specimen measured 3.25 mm. The proportional lengths of the anterior and posterior regions of the body are as 63 to 37. The anterior region 2.2 times as long as broad (81 : 36). The posterior region has the segments in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	14	21	14	12	13	26	=100.

The furcal rami about 2 times as long as broad.

The 1st antenna has the joints in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5
	17	41	20	9	13=100.

In other respects the specimen has the similar characters as in the foregoing.

Remarks. – The specimen from the Japanese waters described by Mori measured 1.85–3.15 mm. The specimens appear to be *S. ovatolanceolata* Dana.

Distrsbution. – The species has a wide distribution in the warm region of the three oceans and in the Mediterranean Sea.

75. *Sapphirina intestinata* Giesbrecht

Sapphirina intestinata, Giesbrecht, 1892, p. 619, 643, pl. 52, figs. 10, 11, 36, pl. 53, figs. 11, 47, pl. 54, figs. 7, 29, 62; Farran, 1929, p. 290; Mori, 1937, p. 128, pl. 69, figs. 13–17.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 immature female.

Descriptive Notes. – Immature female in the copepodid stage IV. Length, 1.02 mm. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 66 to 34. The cephalothorax broad, 1.4 times as long as broad. The posterior region 4–segmented. The segment and furca are in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	Furca	
	20	9	11	26	34	=100.

The furcal rami twice as long as broad.

The 1st antenna 5–jointed. The 1st to 4th swimming feet have each 2–jointed exopod and endopod. The 4th foot has a 1–jointed endopod furnished with an apical and an inner marginal seta.

Distribution. – The species has been recorded from the tropical and temperate regions of the Indian and Pacific Oceans.

Genus *Copilia* Dana

76. *Copilia hendorffi* Dahl

Copilia hendorffi, Lehnhofer, 1926, pp. 129, 138, text-fig. 8, 1–8, text-fig. 15, 1–7; Farran, 1929, p. 290; Sewell, 1947, p. 269.

Occurrence. – Sta. 5, Indian Ocean, Surface, 1 immature female.
Sta. 7, » , » , 1 immature female.

Descriptive Notes. – Immature female. Length, 0.95 mm and 1.165 mm. The specimens are in the copepodid stage IV. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 62 to 38. The posterior region has the segments in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	Furca	
	9	6	6	17	62	=100 (small specimen)
	9	9	7	10	65	=100 (large specimen)

The furcal rami 9.5 times as long as broad.

The 1st to 3rd swimming feet have each 2–jointed exopod and endopod. The 4th foot has 2–jointed exopod and unjointed endopod.

Distribution. – In the Pacific off New Zealand (Farran). In the Indian Ocean and Arabian Sea. In the south-east region of the Atlantic.

Family LICHOMOLGIDAE

Genus *Pseudanthessius* Claus

77. *Pseudanthessius minimus* sp. nov.

(Plate XXXIII, Figs. 1–18)

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 female, 1 male, 1 immature male.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.62 mm. The anterior and posterior

regions of the body are in the proportional lengths as 65 to 35. The anterior region is ovate in shape, about 1.8 times as long as broad. The frontal margin of the head narrowly rounded in dorsal view, but evenly rounded when viewed from the lateral. The rostrum one-pointed and stout.

The posterior region has the segments in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	14	42	9	7	14	41	=100.

The genital segment swollen laterally at the proximal half of the segment. The mid-dorsal region is considerably swollen and carries 2 egg sacks containing each about 8 eggs. (0.04 mm in diameter). The furcal rami 1.5 times as long as broad. The rami are slightly asymmetrical in the present specimen. The left ramus is slightly longer than the right (13 : 12).

The 1st antenna 7–jointed, extends about to the middle of the head. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7
	13	5	27	8	17	15	15=100.

The 2nd antenna 5–jointed. The distal joint has 5 setae. The mandible has a strong spine on the upper margin, and a slender one on the distal corner. The distal lateral margin is furnished with a row of short spines. The 1st maxilla 1–jointed. The apical portion is furnished with 4 spines. The 2nd maxilla is strongly serrated along the upper margin. The maxillipede 3–jointed. The distal joint has a strong spine.

The 1st to 3rd feet have each 3–jointed exopod and endopod. The 4th foot has 3–jointed exopod and unjointed endopod. The 5th foot is slender and furnished with 2 apical spines.

Male. Length, 0.50 mm. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 62 to 38. The head fused with the thoracic segment, and is narrow in outline.

The posterior region of the body has the segments in the proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	10	52	8	6	4	8	12	=100.

The genital segment about as long as broad.

The 1st antenna has the joints in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7
	14	28	7	13	13	10	15=100.

The mouth appendages and swimming feet are similar to those of the female except the maxillipede which has a long terminal claw.

Remarks. – THOMPSON and A. SCOTT recorded the occurrence of *Pseudanthessius gracilis* CLAUS, *P. maximus* THOMPSON and A. SCOTT, *P. chelifer* THOMPSON and A. SCOTT, *P. concinnus* THOMPSON and A. SCOTT and *P. liber* (BRADY and ROBERTSON) from the Ceylon Pearl Banks. A. SCOTT recorded *P. weberi* A. SCOTT, *P. pectinatus* A. SCOTT, *P. parvus* A. SCOTT, and *P. obscurus* A. SCOTT from the Malay Archipelago. SEWELL recorded *P. gracilioides* SEWELL from the Arabian Sea. WILSON (1950) recorded *P. pacificus* from the Philippine Island. The present specimen is much smaller in size than those hitherto been reported. The species comes near in size to *P. tenuis* NICHOLLS, but differs from it in the structure of the 5th pair of feet.

Distribution. – Indian Ocean, 08°15′S, 76°15′E. (present record).

Family CORYCAEIDAE

Genus *Corycaeus* DANA

78. *Corycaeus* (*Corycaeus*) *crassiusculus* DANA

Corycaeus (*Corycaeus*) *crassiusculus*, M. DAHL, 1912, p. 21, pl. 3, figs. 1–7; FARRAN, 1929, p. 291, fig. 36; SEWELL, 1947, p. 272, text-fig. 69, a–h; TANAKA, 1957, p. 80, pl. 3, figs. 12–15.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 female.
Sta. 4, » , » , 2 females.
Sta. 5, » , » , 2 males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 1.72–1.80 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 63 to 37. The abdominal segments and furca are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	Furca	
	43	23	34	=100.

Male. Length, 1.41 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 60 to 40. The abdominal segments and furca are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	Furca	
	37	23	40	=100.

Remarks. – According to M. DAHL *C. clausi* is the Atlantic representative of *C. crassiusculus*. SEWELL (1947) states "it seems to be impossible to draw any hard and fast line of differentiation between the two forms *clausi* and *crassiusculus*, and it is preferable to regard them as two forms of a single species, namely, an Indo-Pacific form and an Atlantic form". FARRAN (1936) suggests that the differences between the females of *C. crassiusculus* and *C. vitreus* are not very clearly marked.

Distribution. – Widely distributed in the tropical and temperate regions of the oceans, and the Mediterranean Sea.

79. *Corycaeus (Corycaeus) speciosus* Dana

Corycaeus speciosus, Giesbrecht, 1892, p. 673, pl. 51, figs. 39, 40; *Corycaeus (Corycaeus) speciosus*, M. Dahl, 1912, p. 13, pl. 1, figs. 1–13, pl. 2, figs. 1–4; Tanaka, 1957, p. 79, pl. 3, figs. 1–6.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 female, 4 males.
Sta. 4, " , " , 2 males.
Sta. 6, " , " , 1 female.

Female. Length, 1.69 mm, 2.05 mm.

Male. Length, 1.62 mm.

Distribution. – Widely distributed in the tropical and temperate regions of the oceans and in the Mediterranean Sea.

80. *Corycaeus (Urocorycaeus) longistylis* Dana

Corycaeus longistylis, Giesbrecht, 1892, p. 674, pl. 51, figs. 36, 37; *Corycaeus (Urocorycaeus) longistylis*, M. Dahl, 1912, p. 42, pl. 6, figs. 6–13, pl. 7, figs. 1–3; Tanaka, 1957, p. 83, pl. 5, figs. 8–12.

Occurrence. – Sta. 7, Indian Ocean, Surface, 1 male.

Male. Length, 2.22 mm. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 48 to 52. The proportional lengths of the abdominal segment and furca are as 40 to 60.

Distribution. – Widely distributed in the tropical and temperate waters of the Pacific and Indian Oceans. From Japanese waters Mori redorded the species in the southern regions, and Tanaka in the Pacific Coast of Middle Japan.

81. *Corycaeus (Ditrichocorycaeus) andrewsi* Farran

(Plate XXXIV, Figs. 1–2)

Corycaeus andrewsi, Farran, 1911, p. 294, pls. 13, 14; *Corycaeus (Ditrichocorycaeus) andrewsi*, M. Dahl, 1912, p. 78, pl. 9, figs. 10–18; Tanaka, 1957, p. 86, pl. 6, figs. 9–12.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 male.

Descriptive Notes. – Male. The specimen was mutilated. The total length may be about 0.84 mm. The cephalothorax measured 0.77 mm. The proportional lengths of the genital and anal segment are as 74 to 46. The genital segment oval in shape, 1.6 times as long as broad, tapers gradually to the proximal part. The ventral hook small, directs downwards. The cylindrical part of the segment 2/5 the length of the distal border of the segment. The

anal segment about 1.5 times as long as it is broad at the proximal. The posterior border of the anal segment is slightly narrower than that of the anterior (8 : 9).

Distribution. – Recorded from the west coast of Ceylon, the west coast of Sumatra, the Bismark Archipelago, the north of New Guinea, the Great Barrier Reefs of Australia, and the adjacent seas of Japan.

82. *Corycaeus (Ditrichoeorycaeus) asiaticus* F. Dahl

(Plate XXXIV, Figs. 3, 4)

Corycaeus (Ditrichocorycaeus) asiaticus, M. Dahl, 1912, p. 74, pl. 11, figs. 1–9; Farran, 1936, p. 137; Tanaka, 1957, p. 87, pl. 6, figs. 13–19.

Occurrence. – Sta. 1, South China Sea, Surface, 1 male.
Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 4 males.
Sta. 5, " , " , 1 male.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 28 males.

Descriptive Notes. – Male. Length, 1.02–1.22 mm. The proportional lengths of the cephalothorax and abdomen are as 60 to 40. The 4th thoracic margin is produced posteriorly into a very acute process on each side.

The abdominal segments and furca have the following proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	Furca	
	50	23	27	=100.

The genital segment broadish oval, 1.3 times as long as broad. The cylindrical part short, about 1/4 the length of the posterior border of the segment (3 : 13). The ventral hook slender and long, directs downwards. The anal segment 1.6 times as long as broad. The lateral margins of the segment paralell. The furcal rami 4.8 times as long as it is broad at the proximal.

Distribution. – The species has a fairly wide distribution in the tropical and temperate waters of Indian and Pacific Oceans.

83. *Corycaeus (Ditrichocorycaeus) dahli* Tanaka

(Plate XXXIV, Figs. 5–7)

Corycaeus tenuis, Farran, 1911, p. 1291, pl. 12, figs. 8, 9; *Corycaeus (Ditrichocorycaeus) lubbocki*, M. Dahl, 1912, p. 64, pl. 10, figs. 20–28; *Corycaeus lubbocki*, Farran, 1936, p. 137; *Corycaeus (Ditrichocorycaeus) dahli*, Tanaka, 1957, p. 89, pl. 7, figs. 14–17, pl. 8, figs. 1–5.

Occurrence. – Sta. 4, Indian Ocean, Surface, 1 male.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 17 females, 183 males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 1.05–1.21 mm. The proportional lengths

of the cephalothorax and abdomen are as 62 to 38. The abdominal segments and furca have the following proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	Furca	
	36	20	44	=100 (dorsal)
	33	22	45	=100 (ventral).

The ventral hook of the genital segment small, directing posteriorly. The furcal rami straight in lateral view.

Male. Length, 0.775–0.985 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 57 to 43. The abdominal segments and furca are in the following proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	Furca	
	47	19	34	=100.

The genital segment has a strong ventral hook directing postero-ventrally. The cylindrical part is 1/3 the length of the posterior border of the segment (4 : 11). The anal segment about 1.5 times as long as it is wide at the proximal.

Remarks. – The present species is identical with the species which I have previously described as *C. dahli* taken from the adjacent waters of Japan. The species is distinct from *C. lubbocki* Giesbrecht which has been redescribed by Früchtl and by Sewell in having a small ventral hook on the genital segment, and in having rather a long anal segment. The species differs also from *C. africanus* described and figured by Sewell in having a small ventral hook which can be distinguished in shape from that figured by Sewell (text-fig. 70, A.), and in the shape of the dorsal outline of the genital segment, though these species have quite similar proportional lengths in the abdominal segments and furca. The present specimen agrees well with the figures of *lubbocki* given by M. Dahl (pl. X, figs. 20, 21) in having a small ventral hook and a rounded small dorsal prominence on the genital segment. *C. tenuis* Farran (non Giesbrecht) which measures 1.05 mm. has a similar ventral hook and proportional lengths of the abdominal segments and furca as those of *C. lubbocki* M. Dahl. I agree M. Dahl's opinion that the form described by Farran under the name *tenuis* is synomym of *C. lubbocki* M. Dahl. Furthermore, absence of Farran's *tenuis* in the record of the Great Barrier Reef Expedition will indicate that *C. tenuis* Farran is synomym of *C. lubbocki* M. Dahl which was referred to *C. lubbocki* Giesbrecht by Farran (1936). Farran's *tenuis* comes nearest in size and in other characters to *C. dahli*. I believe that *C. tenuis* Farran, *C. lubbocki* M. Dahl are synonymous to the present species.

A female measuring 1.085 mm had abnormal furcal rami as shown in the figure.

Distribution. – Christmas Island, (FARRAN), China Sea and Eastern Pacific, (M. DAHL), Great Barrier Reef (FARRAN), adjacent waters of Japan (TANAKA).

84. *Corycaeus (Ditrichocorycaeus) erythraeus* CLEVE

(Plate XXXV, Figs. 1–8)

Corycaeus dubius, FARRAN, 1911, p. 292, pl. 12, 14; *Corycaeus (Ditrichocorycaeus) dubius*, M. DAHL, 1912, p. 71, pl. 1, 10, figs. 11–19; *Corycaeus erythraeus*, GURNEY, 1926, p. 191, fig. 23, a–d; FARRAN, 1926, p. 137; *Corycaeus (Ditrichocorycaeus) dubius*, TANAKA, 1957, p. 88, pl. 7, figs. 5–13.

Occurrence. – Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 1 female, 3 males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 1.03 mm. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 62 to 38. The head separates from the 1st thoracic segment. The 3rd thoracic segment is produced posteriorly into long spiniform processes, extending to the level of the middle of the genital segment. The 4th thoracic segment is produced backwardly into sharp spines that direct somewhat outwardly.

The proportional lengths of the abdominal segments and furca are as follows:

Segment	Abd. 1	2	Furca	
	32	29	38	=100 (dorsal)
	32	32	36	=100 (lateral).

The genital segment swollen laterally, 1.24 times as long as broad. The lateral margins of the anal segment nearly paralell, 2 times as long as it is broad at the distal end. The furcal rami divergent, 8 times as long as it is broad at the proximal.

In the 2nd antenna the spine arising from the 1st basal is more than 3 times as long as that from the 2nd basal joint.

In the 2nd foot the terminal spine of the exopod is serrated on the inner distal margin. The number of serration is about 4.

Male. Length, 0.86–0.88 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 55 to 45. The abdominal segments and furca are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	Furca	
	41	25	34	=100.

The ventral hook of the genital segment is slender and bent posteriorly.

Remarks. – The following 4 species have the abdominal segments and furca quite similar in proportional lengths:

Corycaeus erythraeus CLEVE	31.25	31.25	37.5
Corycaeus dubius FARRAN	29.17	31.94	38.89

Corycaeus erythraeus Gurney	32.64	29.67	37.69
Corycaeus dubius Tanaka	31	33	36

These figres agree fairly well those of the present specimen. Farran (1936) referred his *dubius* to *C. erythraeus* Cleve, and stated that it is evident from Gurney's description that there is no essential difference between *C. erythraeus* and *C. dubius*. The difference between Cleve's and Gurney's *erythraeus* is in the proportional lengths of the spine arising from the 1st and 2nd basal joints of the 2nd antenna. In Cleve's *erythraeus* the spine arising from the 2nd basal is the half the length of that from the 1st basal joint, whereas, in Gurney's specimen the 2nd basal spine is only about 1/3 the length of the 1st basal spine and reaches only half-way along the 2nd basal. Gurney states that there can be very little boubt that his species from the Suez Canal is the same as that described by Cleve from a little further south in the Res Sea. The present specimen is, without doubt, *C. erythraeus* Cleve.

Distribution. – The species is distributed in the Indo-Pacific and recorded from the Christmas Island (Farran), Madagascar (M. Dahl), Suez Canal (Gurney), Red Sea (Cleve) and Japanese waters (Tanaka).

85. *Corycaeus* (*Ditrichocorycaeus*) *subtilis* M. Dahl

(Plate XXXVI, Figs. 1–3)

Corycaeus (*Ditrichocorycaeus*) *subtilis*, M. Dahl, 1912, p. 80, pl. 8, figs. 9–16; Tanaka, 1957, p. 88, pl. 7, figs. 1–4.

Occurrence. – Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 2 females, 2 males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.765–0.79 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 69 to 31. The head separates from the 1st thoracic segment. But the line of demarcation is very feeble. The wing-like expansion of the 3rd thoracic segment extends only to the level of the proximal 1/5 of the genital segment. The 4th thoracic segment ends into short pointed processes.

The abdominal segments and furca are in the following proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	Furca	
	45	27	28	=100.

The proximal part of the genital segment dilated, and has no ventral hook. The anal segment 1.4 times as long as it is broad at the anterior border. The furcal rami slightly divergent, 3.5 times as long as it broad at the proximal.

Male. Length, 0.70 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 60 to 40. The abdominal segments and furca are in the following proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	Furca
	47	23	30 =100.

The genital segment elongate ovate, 1.8 times as long as it is broad at the middle section. The anal segment about 1.9 times as long as it is broad at the posterior border. The furcal rami about 4.3 times as long as it is broad at the proximal.

Distribution. – Recorded in the Indo-Pacific: from the Aru Archipelago (FRÜCHTL), Bismark Archipelago (M. DAHL), Australian Great Barrier Reef (FARRAN), Japanese waters (TANAKA).

86. *Corycaeus (Onychocorycaeus) agilis* DANA

(Plate XXXVI, Figs. 4, 5)

Corycaeus (Onychocorycaeus) agilis, M. DAHL, 1912, p. 84, pl. 12, figs. 10–20; TANAKA, 1957, p. 94, pl. 8, figs. 16–18, pl. 9, figs. 1–5.

Occurrence. – Sta. 1, South China Sea, Surface, 2 males.
Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 33 females, 47 males.
Sta. 3, „ , „ , 1 female, 35 males.
Sta. 4, „ , „ , 14 females, 26 males.
Sta. 5, „ , „ , 4 females, 13 males.
Sta. 6, „ , „ , 1 female, 12 males, 1 immature female.
Sta. 7, „ , „ , 5 females, 30 males.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 4 females, 75 males.

Descriptive Notes. – Length, 0.92–1.03 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 60 to 40. The abdominal segments and furca are in the following proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	Furca
	32	29	39 =100.

Male. Length, 0.70–0.90 mm. The cphalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 60 to 40. The abdominal segments and furca area in the following proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	Furca
	39	28	33 =100.

The genital segment about 1.6 times as long as broad (15 : 16). The cylindrical part about 3/7 the length of the posterior border of the segment. The anal segment has nearly paralell lateral margins, 2.5 times as long as it is broad

at the anterior border. The furcal rami 10 times as long as broad, and are slightly asymmetrical. The right ramus is longer than the left.

Remarks. – The male specimens taken from Station 8, off the Cape of Good Hope, are larger in size (0.84–0.90 mm) than those from the other stations (0.70–0.79 mm). A male specimen measuring 0.76 mm had a long furcal rami (Fig. 4). The segments and furca have the proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	Furca	
	36	25	39	=100.

The genital segment had a trace of the ventral hook.

Distribution. – Widely distributed in the tropical waters of the Indian and Pacific Oceans. The species is the most abundant among those belonging to the genus *Corycaeus*, and that the male is more plentiful than the female.

87. *Corycaeus* (*Onychocorycaeus*) *giesbrechti* F. DAHL

(Plate XXXVI, Fgs. 6–10)

Corycaeus venustus, GIESBRECHT, 1892, p. 695, pl. 51, figs. 32–34, 47; *Corycaeus* (*Onychocorycaeus*) *giesbrechti*, M. DAHL, 1912, p. 88, pl. 12, figs. 1–9.

Occurrence. – Sta. 7, Indian Ocean, Surface, 2 females.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 21 males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 1.05 mm. The specimens were slightly damaged. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 64 to 36.

The abdominal segments and furca are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	Furca	
	47	23	30	=100.

The genital segment elongate ovate, 1.5 times as long as broad, and 1.5 times as long as high. The anal segment wider at the proximal than at the distal end, and 2 times as long as it is broad at the posterior border (18 : 9). The furcal rami about 7 times as long as broad (49 : 7). The present female specimen differs from *C. giesbrechti* described by M. DAHL in the proportional lengths of the abdominal segments and furca (46 : 26 : 28) and in the more robust genital segment.

Male. Length, 0.84–0.90 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 60 to 40. The abdominal segments and furca are in the following proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	Furca	
	40	27	33	=100.

The genital segment elongate ovate, about 2 times as long as broad. The ventral surface of the segment has a median hook. The cylinerical part is 1/1.6 the length of the posterior border of the segment. The anal segment has paralell lateral margins, 2.5 times as long as it is broad at the anterior border (19 : 7.5). The furcal rami 10 times as long as broad (25 : 2.5).

Remarks. – The male closely resembles *C. agilis* in general appearance. The shape of the 4th thoracic segment which is more produced in the present specimen, the slender genital segment with a small ventral hook, and the large cylindrical part of the genital segment are the characters which distinguish the specimen from the male of *C. agilis.*

Distribution. – The species has been recorded from the Mediterranean Sea (M. DAHL), tropical region of the Atlantic (M. DAHL, FARRAN), Pacific (ESTERLY, GIESBRECHT, WILSON), and Indo-Pacific (A. SCOTT, M. DAHL).

88. *Corycaeus (Onychocorycaeus) pacificus* F. DAHL

(Plate XXXVII, Figs. 1-3)

Corycaeus (Onychocorycaeus) pacificus, M. DAHL, 1912, p. 103, pl. 14, figs. 1–10 ; SEWELL, 1947, p. 285 ; TANAKA, 1957, p. 95, pl. 9, figs. 13–29.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 female.
Sta. 6, " , Surface, 1 male.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 1 female, 2 males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 1.10–1.21 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 68 to 32. The lateral process of the 4th thoracic segment narrowly rounded, not sharply pointed. The abdominal segments and furca are in the following proportional lengths :

Segment	Abd. 1	2	Furca	
	57	21	22	=100.

The anal segment tapers gradually toward the distal, and about as long as it is broad at the anterior border. The furcal rami about 5 times as long as broad.

Male. Length, 1.05–1.12 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 58 to 42. The wing-like expansion of the 4th thoracic segment is short, and terminates into a small knob which is rounded at the apex.

The abdominal segments and furca are in the following proportional lengths :

Segment	Abd. 1	2	Furca	
	54	21	25	=100.

The genital segment 1.7 times as long as broad (51 : 31). The ventral hook absent. The cylindrical part about half the length of the posterior border of

the segment (11 : 5). The anal segment has paralell lateral margins, and about 2 times as long as it is broad at the anterior border of the segment. The posterior border of the segment where the furcal ramus articulates on each side is armed with two groups of spinules. The furcal rami 8 times as long as broad.

Distribution. – Widely distributed in the tropical and temperate regions of the Pacific and Indian Oceans, and recorded from the Phillipine Island, the China Sea, the Japanese, the north of Aleutian Island (WILSON), the Malay Archipelago, Ceylon, the Laccadive Sea, the Maldive Archipelago, the Red Sea, and the Suez Canal.

89. *Corycaeus* (*Onychorycaeus*) *pumilus* M. DAHL

(Plate XXXVII, Figs. 4–8)

Corycaeus (*Onychocorycaeus*) *pumilus*, M. DAHL, 1912, p. 91, pl. 12, figs. 21–28; *Corycaeus* (*Onychocorycaeus*) *medius*, GURNEY, 1926, p. 165, fig. 26, a–j; SEWELL, 1947, p. 287.

Occurrence. – Sta. 8, Off Cape of Good Hope, 1 male.

Descriptive Notes. – Male. Length, 0.73 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 62 to 38. The head is about as long as broad. The eyes are separated by 3/5 of its greatest diameter. The wing-like expansion of the 3rd thoracic segment extends to the level of the 1/3 of the genital segment. The posterior processes of the 4th thoracic segment terminates into small slightly outturned prominences.

The abdominal segments and furca are in the following proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	Furca	
	49	25	26	=100.

The genital segment 1.7 times as long as broad. The ventral surface of the segment has a small median hook which directs somewhat posteriorly. The cylindrical part of the segment is half the length of the segment. No spinules are observed on the posterior border of the segment. The anal segment is of the same width throughout its length, and is 2 times as long as broad. The furcal rami about 4.7 times as long as broad.

In the 2nd antenna the spine arising from the 1st basal joint is about as long as that from the 2nd joint. The terminal spine of the 3rd joint of the exopod of the 2nd foot is straight and is of usual structure.

Remarks. The present male, though larger in size than that described by GURNEY, comes nearest to *C. medius* in the followings: the proportional lengths of the cephalothorax and abdomen, the length of the posterior process of the 3rd thoracic segment, and the proportional lengths of the abdominal

segments and furcal rami. SEWELL described a female of *C. pumilus* M. DAHL, and is of opinion that the distinction between *pumilus* and *medius* is very doubtful. According to FARRAN his specimen of *pumilus* from the Great Barrier Reef comes nearer to *pumilus* than to *medius*. FARRAN's specimen of *pumilus* differed from M. DAHL's in the length of the furcal seta, and agreed to *medius* in the form of the abdomen and terminal setae of the furcal ramus. I am inclined to regard the both species, *medius* and *pumilus* as identical.

Distribution. – Recorded from the Bismark Archipelago (M. DAHL), the Suez Canal (GURNEY), the Red Sea (SEWELL) and the Great Barrier Reef of Australia (FARRAN).

90. *Corycaeus* (*Corycella*) *carinatus* GIESBRECHT ?

(Plate XXXVIII, Figs. 1–3)

Corycaeus carinatus, GIESBRECHT, 1892, p. 675, pl. 51, figs. 20, 26; FARRAN, 1911, p. 286, pl. 11, fig. 10; FARRAN, 1936, p. 139.

Occurrence. – Sta. 4, Indian Ocean, Surface, 2 females.

Descriptive Notes. – Female, Length, 0.91 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 68 to 32. The dorsal surface of the 3rd thoracic segment without hump. The posterior projection of the 4th thoracic segment does not reach the middle of the genital segment.

The abdominal segment and furca are in the proportional lengths as 67 to 33. The genital segment 2.7 times as long as broad, and 2.7 times as long as high. The ventral pad of the genital segment markedly produced. The furcal rami 6.7 times as long as broad.

The outer margin of the 2nd and 3rd joints of the exopod of the 1st to 3rd feet are finely serrated.

Remarks. – The present specimen is closely allied to *C. concinnus*, but differs from the latter in having rather slender furca, and in having the dorsal outline of the genital segment which is evenly rounded and highest at the middle section. The specimen comes near to *C. carinatus* but shows some differences from it in the followings: the genital segment is not so high as figured by GIESBRECHT or by FARRAN; the proximal swollen portion of the genital segment in dorsal view is less than half as wide as long, whereas, it is, according to M. DAHL, just as half as wide as long in *carinatus*. The specimen also closely resembles *C. gracilis* DANA in the proportional lengths of the abdominal segment and furca. But the occurrence of *gracilis* has been confined only to the tropical Atlantic, and it seems to be doubtful that the species has extended its distribution further to the Indian Ocean.

Distribution. – The species appears to be confined to the Indo-Pacific.

91. *Corycaeus (Corycella) concinnus* DANA

(Plate XXXVIII, Figs. 4–7)

Corycaeus concinnus, GIESBRECHT, 1892, p. 675, pl. 51, figs. 21–24; *Corycaeus (Corycella) concinnus*, M. DAHL, 1912, p. 121, pl. 15, figs. 5, 6, 11, 12, 23, 24, 33, 34; TANAKA, 1957, p. 96, pl. 10, figs. 12–16.

Occurrence. – Sta. 1, South China Sea, Surface, 2 females.
Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 92 females, 45 males.
Sta. 3, " , " , 26 females, 42 males.
Sta. 4, " , " , 81 females, 119 males.
Sta. 5, " , " , 32 females, 47 males.
Sta. 6, " , " , 11 females, 10 males.
Sta. 7, " , " , 17 females, 35 males.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 7 females, 3 males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.84–0.97 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 68 to 32. The abdominal segment and furca are in the proportional lengths as 70 to 30. The genital segment is broadest at the anterior 1/5 of the segment, and 2,6 times as long as broad. The furcal rami about 5 times as long as broad (17 : 3.5). The furcal rami are straight and set closely together.

Male. Length, 0.82–0.84 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 58 to 42. The abdominal segment and furca in the proportional lengths as 69 to 31. The genital segment in lateral view is slender, 3 times as long as high.

Remarks. – Most of the female specimen carried usually two spermatophores on the dorsal distal surface of the genital segment. There occurred some specimens carrying no spermatophores. They measused from 0.81 mm to 0.90 mm, and had the genital segment which differed in outline from that of the specimen carrying spermatophores, viz. the distal half of the segment is more dilated laterally when viewed from the dorsal (Fig. 6).

Distribution. – Widely distributed in the Indian Ocean and in the north and south temperate and tropical Pacific.

92. *Corycaeus (Corycella) curtus* FARRAN

(Plate XXXVIII, Figs. 8–11)

Corycella curta, FARRAN, 1911, p. 286, pl. 10, figs. 7–11, figs. 1–6; *Corycaeus (Corycella) curtus*, M. DAHL, 1912, p. 113, pl. 14, figs. 26–28, pl. 15, figs. 12, 20, 28; FARRAN, 1936, p. 139,

Occurrence. – Sta. 4, Indian Ocean, Surface, 1 female.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.665 mm. The cephalothorax and ab-

domen are in the porportional lengths as 65 to 35. The 3rd thoracic segment without dorsal hump. The abdominal segment and furca are in the proportional lengths as 70 to 30. The genital segment slender, about 2.5 times as long as broad. The furcal rami 4 times as long as broad. The middle section of the ramus is the broadest.

The 1st to 4th swiming feet have each 3–jointed exopod and endopod. The 2nd and 3rd joints of the exopod of the 1st foot are finely serrated on the outer margin. In the 2nd and 3rd feet the 3rd joint of the exopod is rather coarsely serrated on the outer margin. The 3rd joint of the exopod of the 4th foot is not serrated on the outer margin. According to FARRAN *C. curta* has no serration on the 3rd joint of the 3rd foot.

Remarks. – The present specimen is nearest to *C. curta* in its small size and in the proportional lengths of the abdominal segment and furca. No mention has been made by M. DAHL on the serration of the 3rd joint of the exopod of the 1st to 3rd feet. The species is also closely allied to *C. rostratus* in having fine serrations on the 3rd joint of the exopod of the 1st foot.

Distribution. – The species appears to be distributed in the Indian Ocean (M. DAHL), Christmas Island (FARRAN), Great Barrier Reef of Australia (FARRAN).

93. *Corycaeus (Corycella) gibbulus* GIESBRECHT

(Plate XXXVIII, Fig. 12)

Corycaeus gibbulus, GIESBRECHT, 1892, p. 675, pl. 51, figs. 22–23; *Corycaeus (Corycella) gibbulus*, M. DAHL, 1912, p. 115, pl. 15, figs. 1–4, 9, 10, 25, 35, 36; TANAKA, 1957, p. 96, pl. 10, figs. 6–11.

Occurrence. – Sta. 1, South China Sea, Surface, 2 females, 6 males.
Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 17 females, 67 males.
Sta. 3, " , " , 6 females, 3 males.
Sta. 4, " , " , 1 female, 11 males.
Sta. 5, " , " , 2 females, 6 males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.91–1.10 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 70 to 30. The cephalothorax robust in lateral view. The 3rd thoracic segment has a dorsal hump. The genital segment and furca are in the proportional lengths as 65 to 35. The genital segment is irregular in dorsal outline, and deepest at the posterior 1/3 of the segment. The furcal rami curved slightly upward. The genital segment carried usually 2 spermatophores, sometimes carried 4.

Male. Length, 0.86–0.96 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 57 to 43. The genital segment and furca are in the proportional lengths as 70 to 30. The genital segment about 2.8 times as long as high.

Distribution. – Widely distributed in the Indo-Pacific. Recorded from the Arabian Sea, Red Sea, and adjacent waters of Japan.

94. *Corycaeus (Corycella) longicaudis* DANA?

(Plate XXXIX, Figs. 1–4)

Corycaeus longicaudis, GIESBRECHT, 1892, p. 675, pl. 51, figs. 19, 27.

Occurrence. – Sta. 4, Indian Ocean, Surface, 1 female.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.93 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 68 to 32. The 2nd thoracic segment has a slight dorsal hump. The wing-like expansion of the 4th thoracic segment extends about to the middle of genital segment. The abdominal segment and furca are in the proportional lengths as 60 to 40. The genital segment elongate ovate, about 2.3 times as long as broad, and about 3 times as long as high. The furcal rami 6 times as long as broad.

In the 1st to 3rd feet the 2nd and 3rd joints of the exopod are finely serrated. The specimen was ovigerous.

Remarks. – The present specimen is closely allied to *C. longicaudis* in having a dorsal hump on the 2nd thoracic segment, and long furcal rami which have the similar proportional length to the genital segment found in the GIESBRECHT's figure (pl. 51, fig. 19). But the ventral pad of the genital segment is smooth in *longicaudis*, whereas it is setose in the present specimen. The specimen is also allied to *C. brevis* FARRAN. But differs from it in the followings: the genital segment in dorsal view is not so broad as in *brevis*; the furcal rami are shorter in proportion to the genital segment in *brevis*.

Distribution. – *C. longicaudis* has been recorded from the tropical Atlantic by GIESBRECHT, and from the Ceylon Pearl Oyster Bank by THOMPSON and A. SCOTT.

95. *Corycaeus (Corycella) rostratus* CLAUS

(Plate XXXIX, Figs. 5–9)

Corycaeus rostratus, GIESBRECHT, 1892, p. 674, pl. 5, fig. 9, pl. 49, figs. 21, 28, 32, 33, pl. 51, figs. 16–18, 48, 52; M. DAHL, 1912, p. 111, pl. 14, figs. 22–25, pl. 15, figs. 17, 18, 26, 27.

Occurrence. – Sta. 5, Indian Ocean, Surface, 1 male.
Sta. 6, " , " , 4 females, 17 males.
Sta. 7, " , " , 23 females, 27 males.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 45 females, 33 males.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.77–0.85 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 70 to 30. The abdominal segment and furca are in the proportional lengths as 73 to 27. The genital segment

2 times as long as broad,. The ventral pad setose. The furcal rami 3 times as long as broad.

Male. Length, 0.68–0.78 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 65 to 35. The abdominal segment and furca are in the proportional lengths as 75 to 25. The distal 1/3 of the genital segment is narrow, about half as broad as it is broad at the middle section. The furcal rami 3.5 times as long as broad.

Distribution. – In the subtropical and tropical Atlantic and the Mediterranean Sea. It is also sparingly distributed in the subtropical region of the North Pacific (TANAKA).

HARPACTICOIDA

Family ECTINOSOMIDAE

Genus *Microsetella* BRADY and ROBERTSON

96. *Microsetella norvegica* (BOECK)

Microsetella atlantica, GIESBRECHT, 1892, p. 550, pl. 44, figs. 34, 44, 45; *Microsetella norvegica*, FARRAN, 1929, p. 297; SEWELL, 1947, p. 289.

Occurrence. – Sta. 1, South China Sea, Surface, 1 female.
Sta. 1, Indian Ocean, Surface, 1 female.
Sta. 5, „ , „ , 1 female.

Female. Length, 0.50–0.61 mm.

Distribution. – The species is widely distributed in the oceans, and also in the Arctic.

97. *Microsetella rosea* DANA

Microsetella rosea, GIESBRECHT, 1892, p. 550, pl. 44, figs. 32, 35, 38, 41, 43, 48, 49; FARRAN, 1929, p. 297; MORI, 1937, p. 116, pl. 64, figs. 6–8; SEWELL, 1947, p. 289; VERVOORT, 1957, p. 148.

Occurrence. – Sta. 1, South China Sea, Surface, 3 females, 1 male.
Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 63 females, 2 males.
Sta. 3, „ , „ , 3 females.
Sta. 4, „ , „ , 3 females.
Sta. 5, „ , „ , 7 females.
Sta. 6, „ , „ , 2 females.
Sta. 7, „ , „ , 1 female.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 3 females, 3 males.
Sta. 10, Antarctic, Surface, 1 female.
Sta. 17, „ , 250–0 m., 1 female.

Female. Length, 0.36–0.59 mm. Male. Length, 0.37–0.51 mm.

Remarks. – *Microsetella rosea* varies considerably in size. FARRAN's specimens from the tropical Atlantic measured 0.57 mm., those from the New Zealand 0.84–0.94 mm. The specimens from the Japanese waters measured 0.64–0.85 mm in the female. A single female specimen from the Station 17 (67°03′S) may be a dead specimen.

Distribution. – The species is widely distributed in the three great oceans. FARRAN recorded the occurrence of the species as far south as 40°12′S. VERVOORT found a single specimen from 48°23′S, 146°29.5′E.

Family MACROSETELLIDAE

Genus *Macrosetella* A. SCOTT

98. *Macrosetella gracilis* (DANA)

Setella gracilis, GIESBRECHT, 1892, p. 559, pl. 50, figs. 1–10; *Macrosetella gracils*, A. SCOTT, 1909, p. 230; *Setella gracilis*, FARRAN, 1929, p. 298; MORI, 1937, p. 115, pl. 64, figs. 1–5; *Macrosetella gracilis*, SEWELL, 1947, p. 290.

Occurrence. – Sta. 2, Indian Ocean, Surface, 1 male.
Sta. 5, " , " , 1 male.
Sta. 6, " , " , 6 females, 20 males.
Sta. 7, " , " , 2 females, 5 males, 8 juvs.
Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 1 female.

Female. Length, 0.94–1.57 mm. Male. Length, 0.94–1.25 mm.

Distribution. – The species is widely distributed in the tropical and temperate regions of the three great oceans.

Family TACHIDIIDAE

Genus *Euterpina* NORMAN

99. *Euterpina acutifrons* (DANA)

Euterpe acutifrons, GIESBRECHT, 1892, p. 555, pl. 44, figs. 16–31; MORI, 1937, p. 117, pl. 64, figs. 11–13, pl. 65, figs. 1–5; *Euterpina acutifrons*, SEWELL, 1947, p. 290.

Occurrence. – Sta. 8, Off Cape of Good Hope, Surface, 8 females, 9 males.

Female. Length, 0.57–0.76 mm. Male. Length, 0.47–0.67 mm.

Distribution. Widely distributed in the tropical and temperate regions of the oceans.

Family TISBIDAE

Genus *Tisbe* LILLJEBORG

100. *Tisbe racovitzai* (GIESBRECHT)

(Plate XL, Figs. 1–11)

Idya racovitzai, GIESBRECHT, 1902, p. 38, pl. 11, figs. 1–7; FARRAN, 1929, p. 299.

Occurrence. – Sta. 13, Antarctic, 50–0 m, 1 female.
Sta. 14, „ , 200–0 m, 1 female, 1 immature female.

Descriptive Notes. – Female. Length, 0.535 mm. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 65 to 35. The head fused with the 1st thoracic segment. The anterior region about 1.6 times as long as broad. The posterior region rectangular in shape, and has the segments and furca in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	10	21	19	8	16	26	=100.

The furcal rami broad, about 2 times as long as it is broad at the distal part. The 2nd inner seta of the furca is the longest. The 2nd to anal segment are striated with fine teeth on the posterior border of the segment when viewed from the ventral.

The 1st antenna 8–jointed. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8
	15	22	18	15	7	8	5	10=100.

The joints 6 and 7 are fused anteriorly.

In the 2nd antenna the exopod is 5–jointed. The 2nd, 3rd, and 4th joints have each a seta. The distal joint have 3 setae of which the outer marginal one is very short. The endopod consists of 2 joints. The distal joint has a spine and 4 flexible setae distally, and 2 strong spines on the inner margin about the middle of the joint. The mandible has 2–jointed exopod and endopod. The biting part has 6 teeth, a seta, and a small projection. In the 2nd maxilla the terminal claw is stout and bears a slender seta near the middle of the claw.

The 1st foot has 3–jointed exopod and endopod. The 1st joint of the exopod has a long outer marginal spine. The distal joint has 3 strong spines on the outer margin and 2 setae distally. The endopod is elongated. The 1st joint is the longest, bears a seta on the inner distal margin. The 2nd joint is short,

bears a seta on the inner margin about in the middle of the joint. The 3rd joint is the shortest, quadrate in form, bears 2 apical spines of which the inner one is strong. The 2nd basal joint has a strong spine on the outer margin and a shorter spine on the anterior surface near the base of the endopod.

The 2nd and to 4th feet have each 3-jointed exopod and endopod. The 3rd joint of the exopod has each 3 outer marginal spines, a long terminal spine and 4 inner marginal setae. The 3rd joint of the endopod has a spine and a seta on the distal margin, and 3 inner marginal setae.

The 5th foot 2-jointed. The distal joint quadrate in shape, bears 4 distal setae and a small outer marginal one. The inner expansion of the basal joint has 2 apical setae. The outer expansion bears a seta.

Remarks. – The present specimen comes nearest to *Tisbe racovitzai* (Giesbrecht), differing only in its small size and in the 3-jointed endopod of the 1st swimming foot. Giesbrecht's specimen measured 0.75–0.80 mm. Farran's measured 0.54–0.66 mm.

Distribution. – The species has been recorded from the Antarctic; 70°–71°S (Giesbrecht), 60°–66°S (Farran).

REFERENCES

Brady, G. S. 1883. Report on the Copepoda. Report on the Voyage of H.M.S. "Challenger", Zoology, Vol. VIII, Part XXIII.

Brodsky, K. A. 1950. Calanoida of the Far-eastern and Polar Seas of the U.S.S.R. Fauna of the U.S.S.R., 35, Publ. Acad. Sci. Moscow.

Dahl, F. 1884. Ueber die horizontale und vertikale Verbreitung der Copepoden im Ozean. Verh. detsch. Zool. Gesellsch. München.

Dahl, M. 1912. Die Corycaeinen. Mit Berücksichtigung aller bekannten Arten. Die Copepoden der Plankton-Expedition. Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung, Bd. II, G. f. 1.

Deevey, G. B. 1948. The Zooplankton of Tisbury Great Pond. Bull. Bingham Oceanog. Coll. Vol. XII (1).

Esterly, C. O. 1905. The pelagic Copepoda of the San Diego Region. Univ. Calif. Publ. Zool. Vol. 2, No. 4.

Farran, G. P. 1911. Plankton from Christmas Island, Indian Ocean, I. On Copepoda of the family Corycaeidae. Proc. Zool. Soc., 1911. I.

1913. Plankton from Christmas Island, Indian Ocean, II. On Copepoda of the genera *Oithona* and *Paroithona*. Proc. Zool. Soc. 1913.

1929. Copepoda. British Antarctic ("Terra Nova") Expedition, 1910. Nat. Hist. Report, Zool., Vol. 8, No. 3.

———— 1936. Copepoda. Sci. Reports Great Barrier Reef Expedition, 1929–29, Vol. 5, No. 3.

Früchtl, F. 1924. Die Cladoceren- und Copepoden-Fauna des Aru-Archipels. Arb. aus d. Zool. Inst. Univ. Innsbruck, Bd. II, Heft 2.

Fukase, S. 1957. Note on a Variety of *Eucalanus subtenuis* Giesbrecht from the Japanese waters. Journ. Oceanogr. Soc. Japan, Vol. 13, No. 1.

Giesbrecht, W. 1892. Systematik und Faunistik der pelagischen Copepoden des Golfes von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Vol. XIX.

———— 1902. Copepoden. Résultats du Voyage du S.Y. "Belgica". Expédition Antarctique Belge.

Giesbrecht, W. und O. Schmeil. 1898. Copepoda, I. Gymnoplea. Das Tierreich.

GURNEY, R. 1927. Report on the Crustacea; Copepoda and Cladocera of the Plankton. Zoological Results of the Cambridge Expedition to the Suez Canal, 1924. Trans. Zool. Soc. London, Vol. 22.

HARDY, A. S. and GUNTHER, E. R. 1935. The plankton of the South Georgia Whaling Ground and adjacent waters, 1926–1927. Discovery Report, Vol, 11.

MORI, T. 1937. The pelagic Copepoda from the neighbouring waters of Japan. Tokyo.

NICHOLIS, A. G. 1944. Littoral Copepoda from South Australia, (II).

ROSENDORN, I. 1917. Die Gattung *Oithona*. Wiss. Ergebn. Deutsch Tiefsee Expedition auf dem Dampfer "Valdivia", 1898–1899, Bd. XXIII.

SARS, G. O. 1903. Copepoda Calanoid. An Account of the Crustacea of Norway, Vol. IV.

———— 1925. Copepodé particuliermènt bathypelagiques provenant des Campagnes Scientifiques, Fascic. LXIX.

SCHMAUS, H. P. und K. LEHNHOFER, 1927. Copepoda (4): *Rhincalanus* Dana 1852 der Deutschen Tiefsee Expedition. Systematik und Verbreitung der Gattung. Wiss. Ergebn. "Valdivia", Vol. 23.

SCOTT, A. 1909. Copepoda of the Siboga Expedition, part I. Free-swimming, littoral and semi-parasitic Copepoda. Siboga-Expeditie. Monographie XXIX.

SEWELL, R. B. S. 1912. Notes on the surface-living Copepoda of the Bay of Bengal. Rec. Ind. Mus,, Vol. VII.

———— 1929, 1932. The Copepoda of Indian Seas. Mem. Ind. Mus., Vol. X.

———— 1947. The Free-swimming Planktonic Copepoda, Systematic Account. The John Murray Expedition, 1933–34, Scientific Reports, Vol. VIII, No. 1.

———— 1949. The Littoral and Semi-parasitic Cyclopoida, the Monstrilloida and Notodelphyoida. The John Murray Expedition, 1933–34, Scientific Reports, Vol. IX, No. 2.

STEUER, A. 1910. Adriatische Planktoncopepoden. S.B. Akad. Wiss. Wien, Math. Nat. Kl., sect. I, Vol. 119.

———— 1932. Copepoda (6): *Pleuromamma* Giesbrecht 1898 der Deutschen Tiefsee Expedition. Wiss. Ergebn. "Valdivia". Vol. 24.

SVERDRUP, H. U., Martin W. JOHNSON and Richard H. FLEMING. 1942. The Oceans, their Physics, Chemistry, and General Biology. New York.

TANAKA, O. 1956. The Pelagic Copepods of the Izu Region, Middle Japan, Systematic Account I. Families Calanidae and Eucalanidae. Publ. Seto Mar. Biol. Lab. Vol. V, No. 2.

———— 1956. Systematic Account II, Families Paracalanidae and Pseudocalanidae. Ibid., Vol. V, No. 3.

———— 1957. On Copepoda of the family Corycaeidae in Japanese waters. Jounr. Fac. Agri., Kyushu University, Vol. 11, No. 1.

THOMPSON, I. C. and SCOTT, A. 1903. Report on the Copepoda collected by Prof. HERDMAN at Ceylon, in 1902. Rep. Governm. Ceylon Pearl Oyster Fisheries, Vol. I.

VERVOORT, W. 1949. Biological Results of the Snellius Expedition XV. The Bathypelagic Copepoda Calanoida of the Snellius Expedition I. Families Calanidae, Eucalanidae, Paracalanidae, and Pseudocalanidae. Temminckia, Vol. VIII.

———— 1951. Plankton Copepods from the Atlantic sector of the Antarctic. Verh. Akad. Wet. Amst., Afd. Nat., sect. 2. Vol. 47, No. 4.

———— 1957. Copepods from the Antarctic and Sub-antarctic Samples. B.S.N.Z. Antarctic Research Expedition, 1929–1931, Reports–Series B. (Zoology and Botany), Vol. III.

WITH, C. 1915. Copepoda, I. Calanoida Amphaskandria. Danish Ingolf Exped., Vol. III, pt. 4.

WOLFENDEN, N. R. 1906. Notes on the Collection of Copepoda. Fauna and Geography of the Maldive and Laccadive Archipelagoes, Vol. II, p. 898, Cambridge.

———— 1908. Crustacea VIII. Copepoda. I. National Antarctic Expedition 1901–1904, Vol. 4. Zool.

———— 1911. Die marinen Copepoden der Deutschen Südpolar Expedition, 1901–1903. Deutsch. Südpolar Exped. Vol. XII, Zoology IV.

VI. ILLUSTRATIONS

(PLATES I – XL)

Plate I

Calanus propinquus Brady

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×19

Fig. 2. Head, lateral view. ×33

Fig. 3. Genital segment, ventral view. ×67

Fig. 4. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×67

Fig. 5. 1st foot. ×67

Fig. 6. 2nd foot. ×67

Fig. 7. 5th foot. ×67

Fig. 8. Inner margin of 1st basal joint of 5th foot. ×270

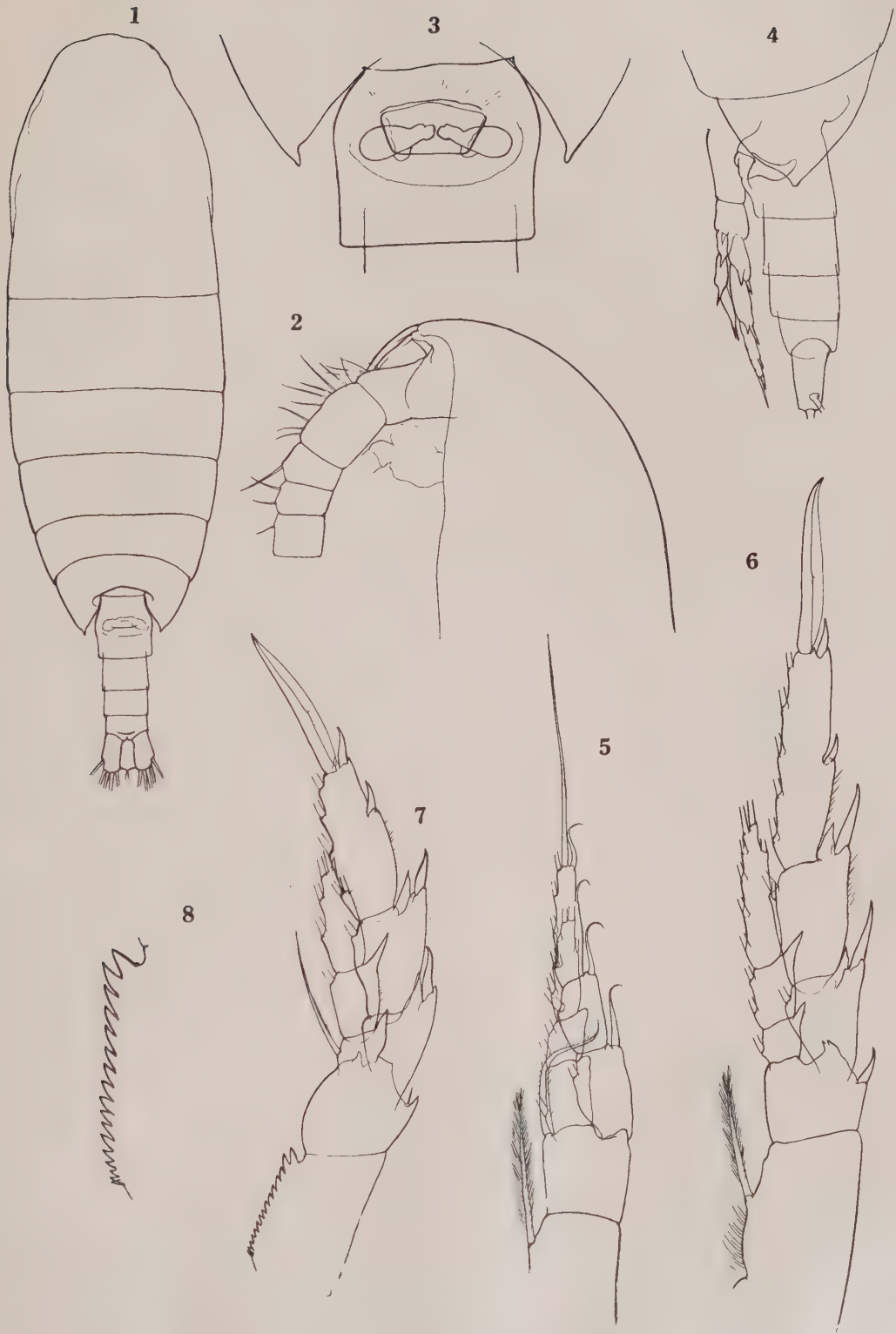

1
3
4
2
6
5
7
8

Plate II

Calanus propinquus Brady (Figs. 1–2)

Female.

Fig. 1. 1st antenna with regenerated setae. ×67

Immature female.

Fig. 2. Inner margin of 1st basal joint of 5th foot. ×267

Calanus simillimus Giesbrecht (Figs. 3–10)

Female.

Fig. 3. Head, lateral view. ×67

Fig. 4. Last thoracic segment and abdomen, ventral view. ×67

Fig. 5. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×67

Fig. 6. Inner margin of 1st basal joint of 5th foot. ×267

Fig. 7. Genital segment, ventral view. ×67

Male.

Fig. 8. Head, lateral view. ×67

Fig. 9. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×67

Fig. 10. 1st basal joints of 5th feet. ×133

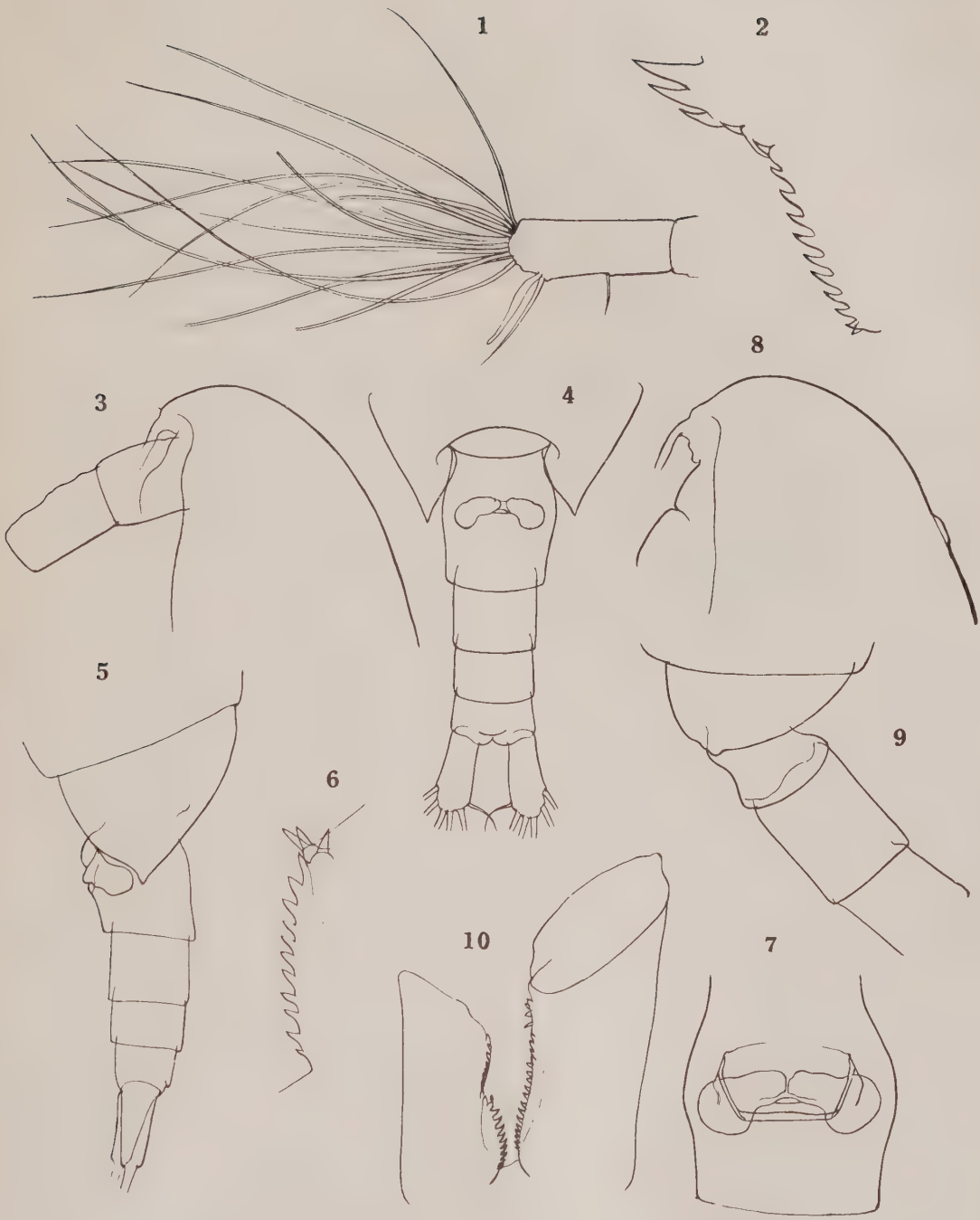

1
2
3
4
8
5
6
9
10
7

Plate III

Calanoides acutus (Giesbrecht) (Figs. 1–9)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×19

Fig. 2. Head, lateral view. ×47

Fig. 3. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×47

Fig. 4. Genital segment, ventral view. ×67

Fig. 5. Genital segment, ventral view. ×67

Fig. 6. 2nd foot. ×67

Fig. 7. 4th foot. ×67

Fig. 8. 5th foot. ×67

Fig. 9. Head, dorsal view, other specimen (4.57 mm). ×27

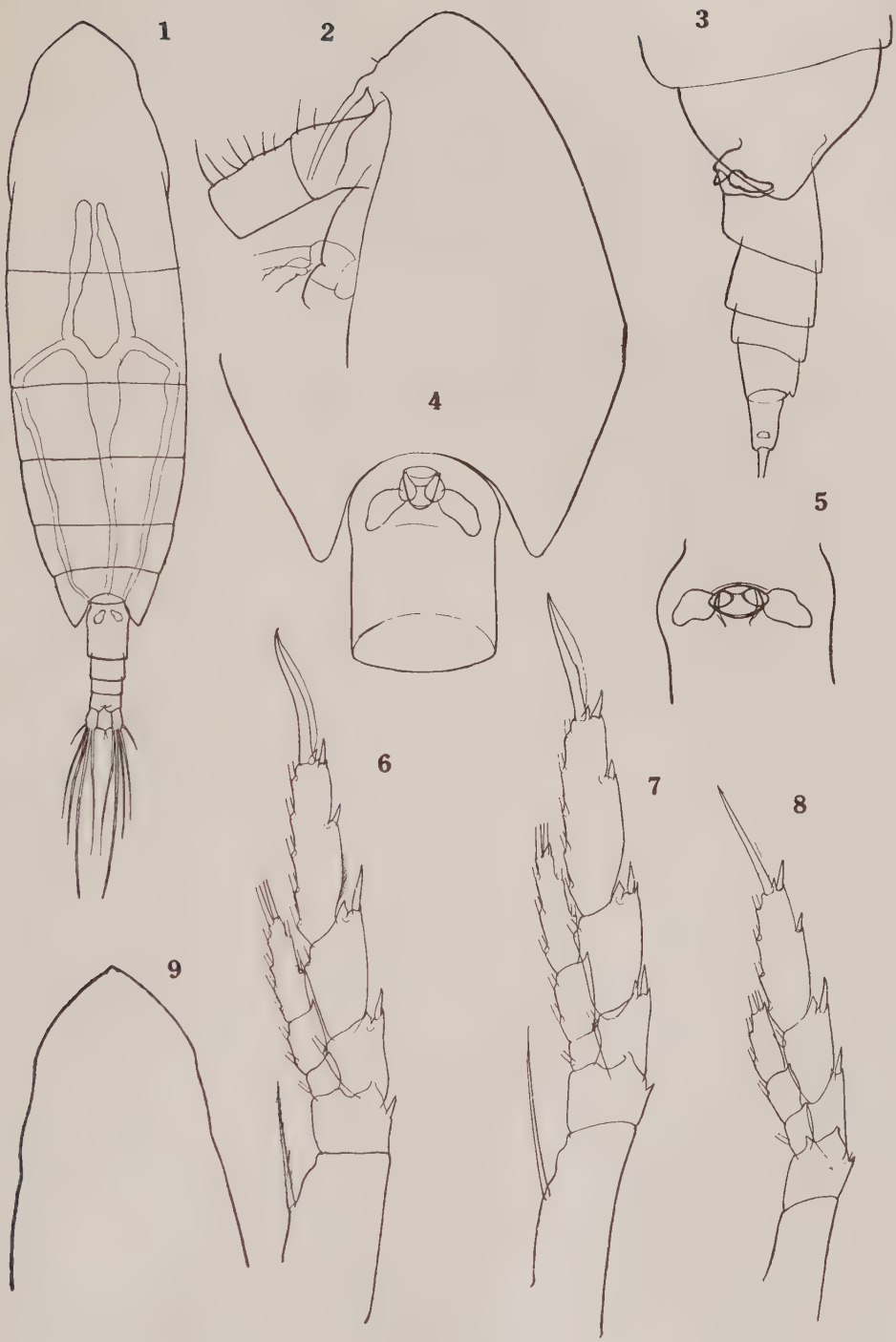

1
2
3
4
5
6
7
8
9

Plate IV

Calanoides carinatus (Kröyer) (Figs. 1–9)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×19

Fig. 2. Head, lateral view. ×47

Fig. 3. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×47

Fig. 4. Genital segment, ventral view. ×67

Fig. 5. 1st foot. ×67

Fig. 6. 2nd foot. ×67

Fig. 7. 4th foot. ×67

Fig. 8. 5th foot. ×67

Immature female.

Fig. 9. Last thoracic segment and abdomen. ×47

1
3
4
5
2
7
6
8
9

Plate V

Rhincalanus gigas Brady (Figs. 1–6)

Female.

Fig. 1. Head, lateral view. ×27

Fig. 2. Head, dorsal view. ×27

Fig. 3. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×27

Immature male.

Fig. 4. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×27

Fig. 5. Last thoracic segment and abdomen, dorsal view. ×27

Fig. 6. 5th foot. ×133

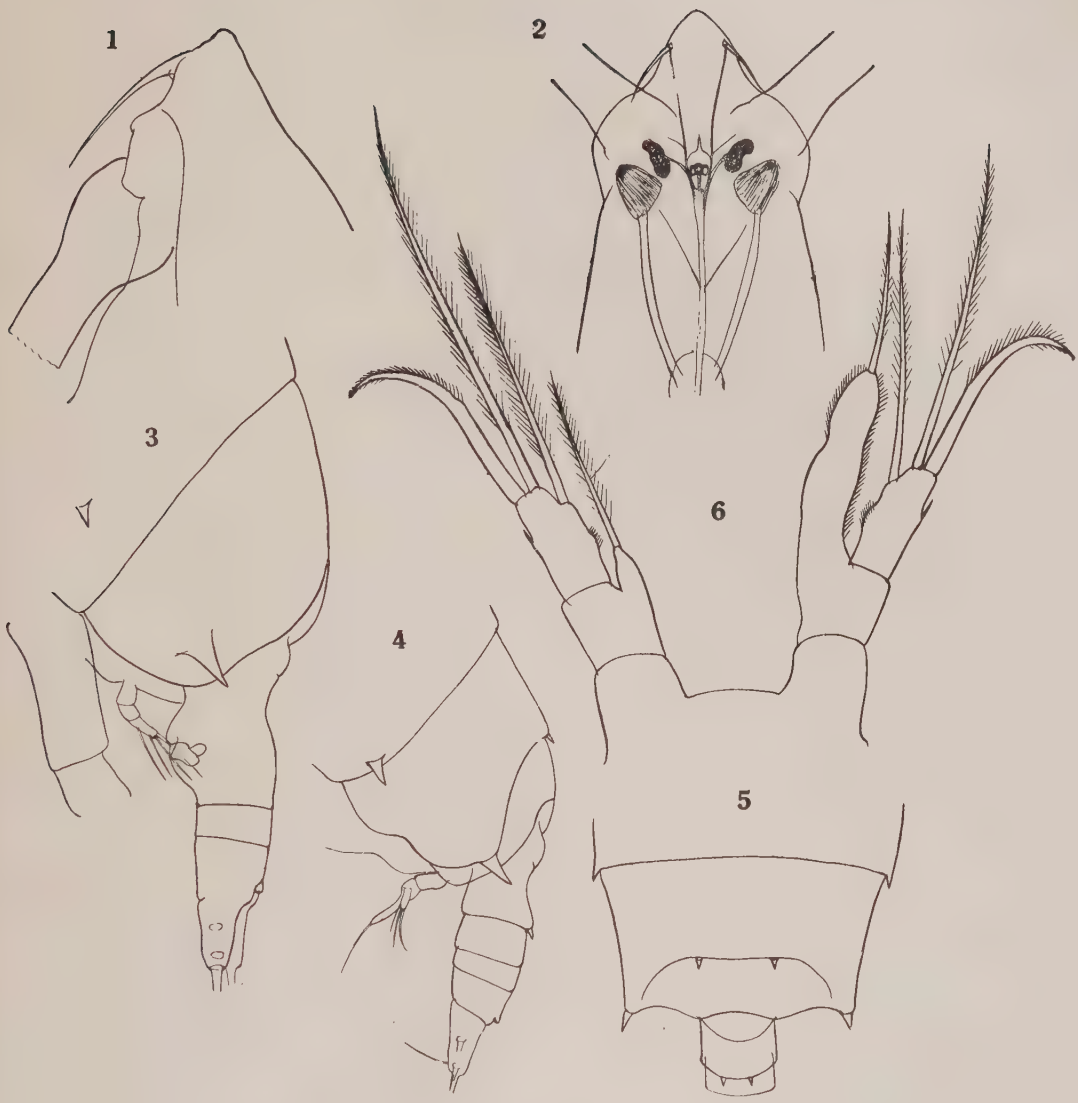

1
2
3
4
5
6

Plate VI

Paracalanus crassirostris Dahl (Figs. 1–7)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×200

Fig. 2. Head, lateral view. ×200

Fig. 3. Thoracic segments and abdomen, lateral view. ×200

Fig. 4. 1st foot. ×400

Fig. 5. 2nd foot. ×400

Fig. 6. 4th foot. ×400

Fig. 7. 5th foot. ×400

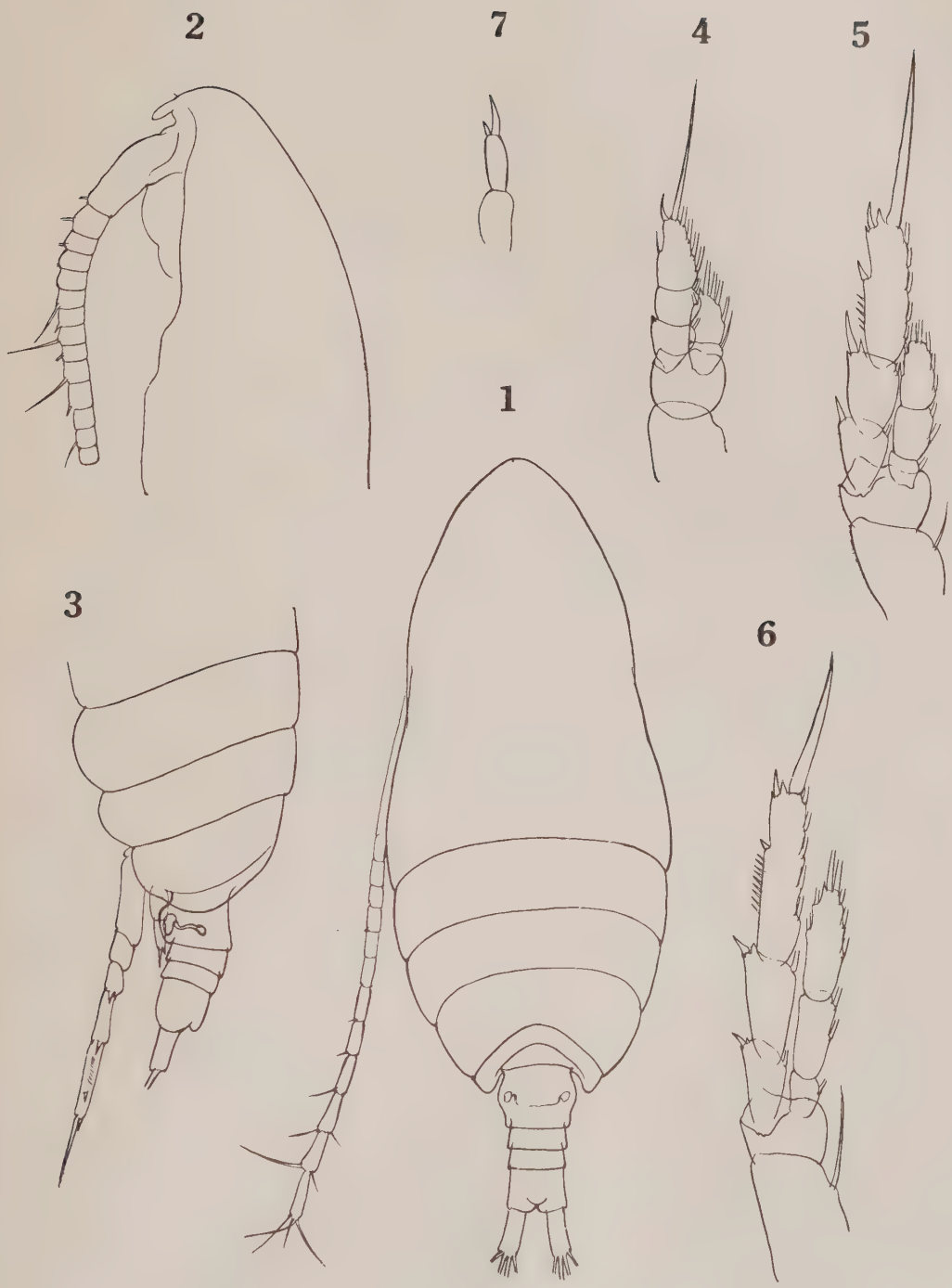

2
7
4
5
1
3
6

Plate VII

Paracalanus nanus G. O. Sars (Figs. 1–11)

Female.

Fig. 1. Lateral view. ×133

Fig. 2. Head, dorsal view. ×133

Fig. 3. Abdomen, dorsal view. ×267

Fig. 4. Genital segment, ventral view. ×267

Fig. 5. 1st foot. ×267

Fig. 6. 2nd foot. ×267

Fig. 7. 3rd foot. ×267

Fig. 8. 4th foot. ×267

Fig. 9. 5th foot. ×267

Male.

Fig. 10. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×267

Immature male.

Fig. 11. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×267

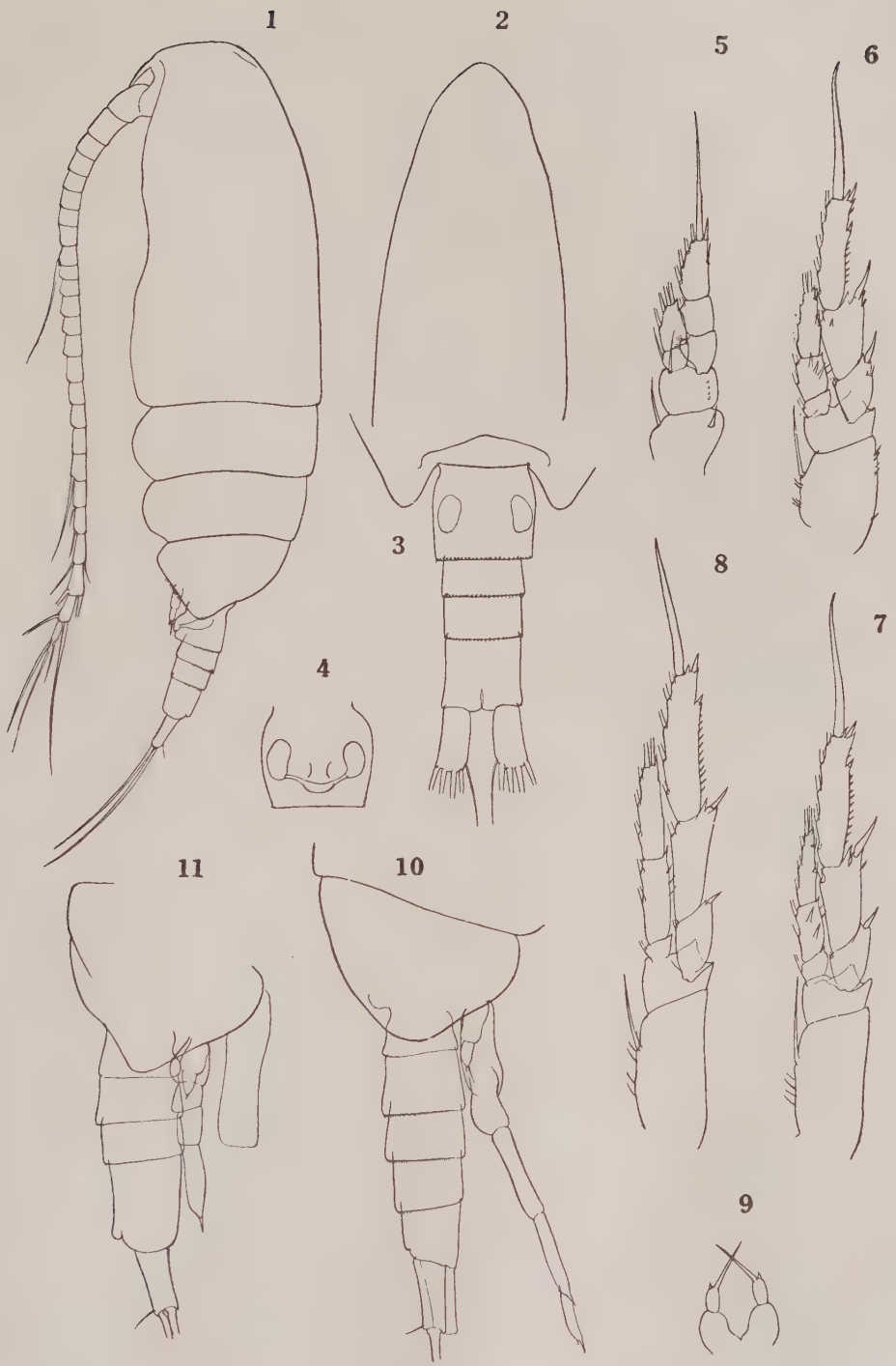

1
2
5
6
3
4
8
7
11
10
9

Plate VIII

Paracalanus nudus Sewell (Figs. 1–8)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×133

Fig. 2. Lateral view. ×133

Fig. 3. Genital segment, ventral view. ×267

Fig. 4. 1st foot. ×267

Fig. 5. 2nd foot. ×267

Fig. 6. 3rd foot. ×267

Fig. 7. 4th foot. ×267

Fig. 8. 5th foot. ×267

Paracalanus nanus G. O. Sars (Fig. 9)

Male.

Fig. 9. Lateral view. ×133

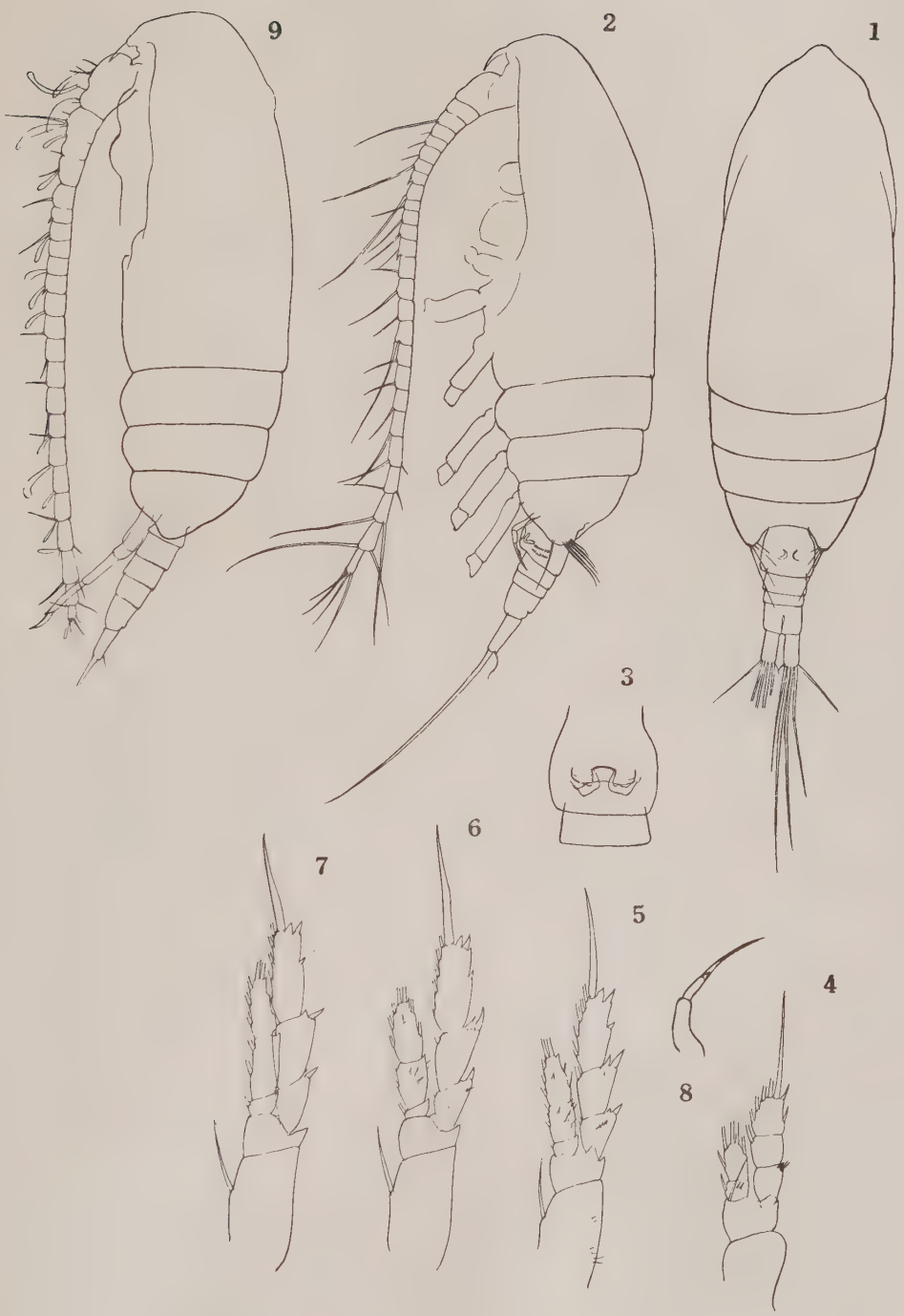

9
2
1
3
6
7
5
4
8

Plate IX

Acrocalanus gracilis Giesbrecht (Figs. 1–4)

Female.

Fig. 1. Lateral view. ×67
Fig. 2. 2nd foot. ×133
Fig. 3. 3rd foot. ×133
Fig. 4. Abnormal left 5th foot. ×267

Acrocalanus indicus sp. nov. (Figs. 5–9)

Male.

Fig. 5. Dorsal view. ×133
Fig. 6. Lateral view. ×133
Fig. 7. 1st, foot. ×267
Fig. 8. 2nd foot. ×267
Fig. 9. Left 5th foot. ×267

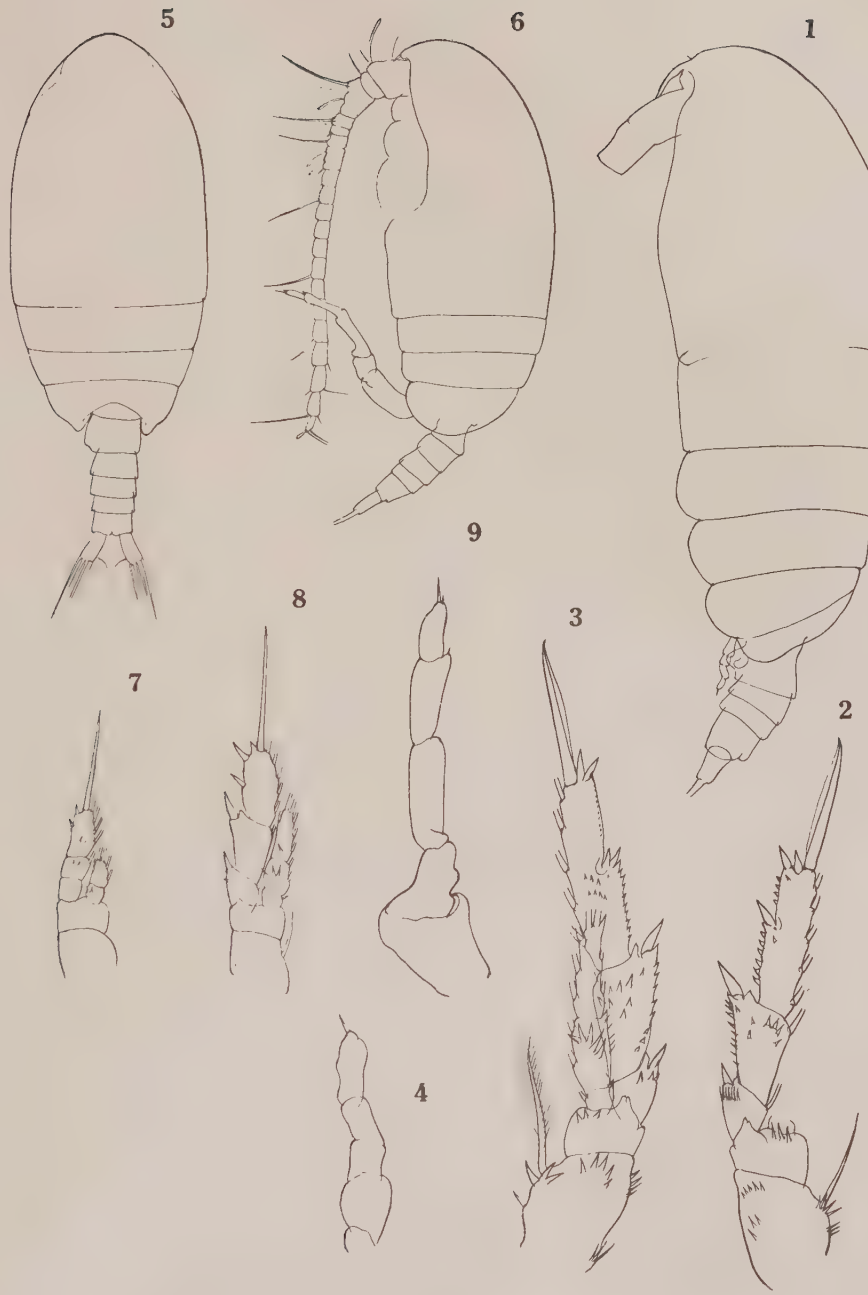

5
6
1
9
8
3
7
2
4

Plate X

Clausocalanus arcuicornis (Dana) (Figs. 1–9)

Female specimen from Station 8, 1.47 mm.

Fig. 1. Head, lateral view. ×133

Fig. 2, Last thoracic segment and genital segment. ×133

Female specimen from Station 5, 1.30 mm.

Fig. 3. Head, lateral view. ×133

Fig. 4. Last thoraoic segment and genital segment. ×133

Female specimen from Station 5, 1.31 mm.

Fig. 5. Head, lateral view. ×133

Fig. 6. Last thoracic segment and genital segment, ventral view. ×133

Female specimen from Station 5, 1.12 mm.

Fig. 7. Head, lateral view. ×133

Fig. 8. Last thoracic segment and genital segment, lateral view. ×133

Female specimen with asymmetrical 5th feet, 1.30 mm.

Fig. 9. Last thoracic segment and genital segment, ventral view. ×133

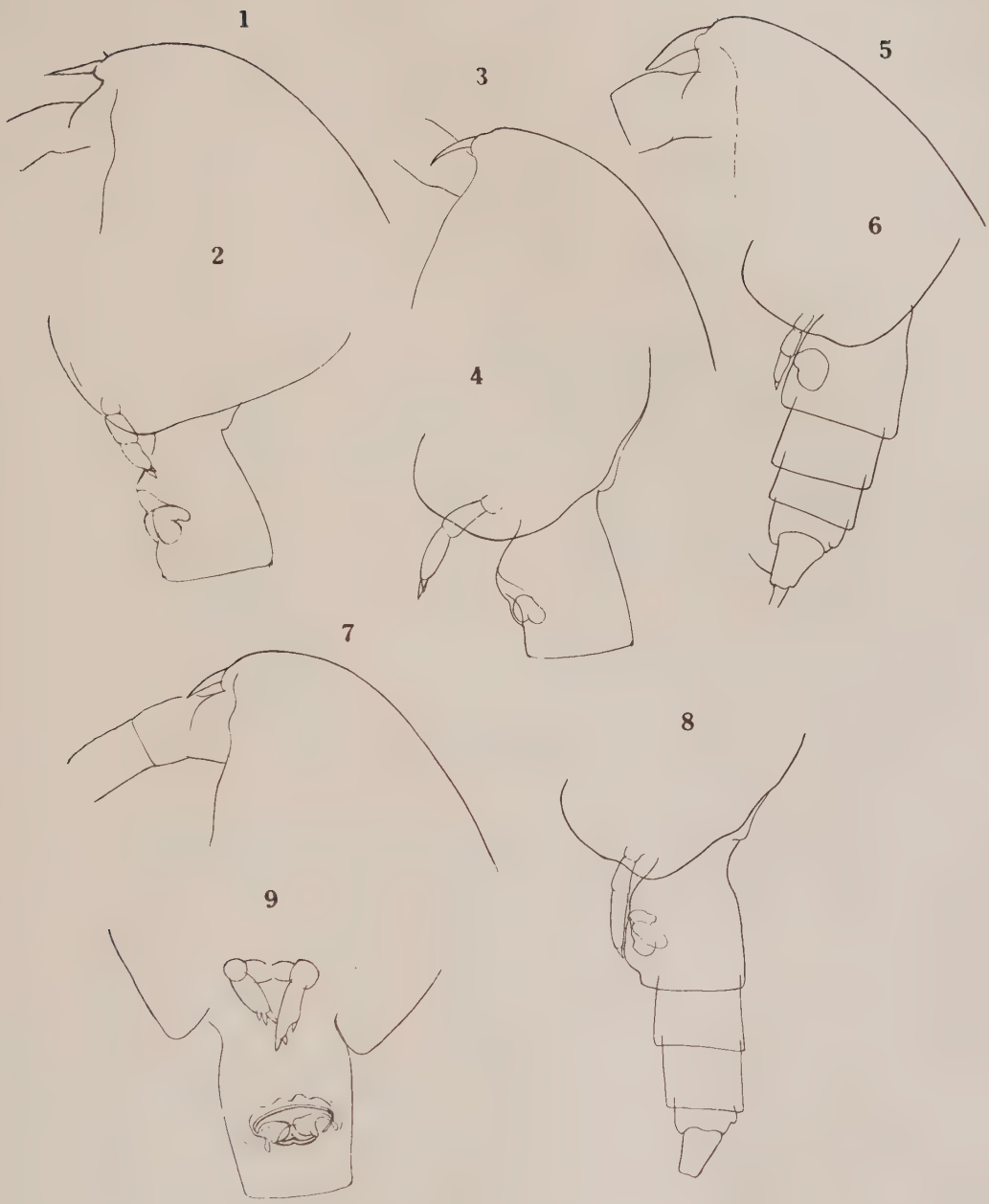

1
2
3
4
5
6
7
8
9

Plate XI

Clausocalanus laticeps Farran (Figs. 1–14)

Female.

Fig. 1. Head, dorsal view. ×67
Fig. 2. Head, lateral view. ×67
Fig. 3. Abdomen, dorsal view. ×67
Fig. 4. Abdomen, lateral view. ×67
Fig. 5. Genital segment, ventral view. ×133
Fig. 6. 2nd foot. ×133
Fig. 7. 3rd foot. ×133
Fig. 8. 5th feet. ×133

Male.

Fig. 9. Lateral view. ×67
Fig. 10. 2nd foot. ×133
Fig. 11. Distal joint of left 5th foot. ×267
Fig. 12. Right 5th foot. ×267

Immature female.

Fig. 13. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×133
Fig. 14. 2nd foot. ×267

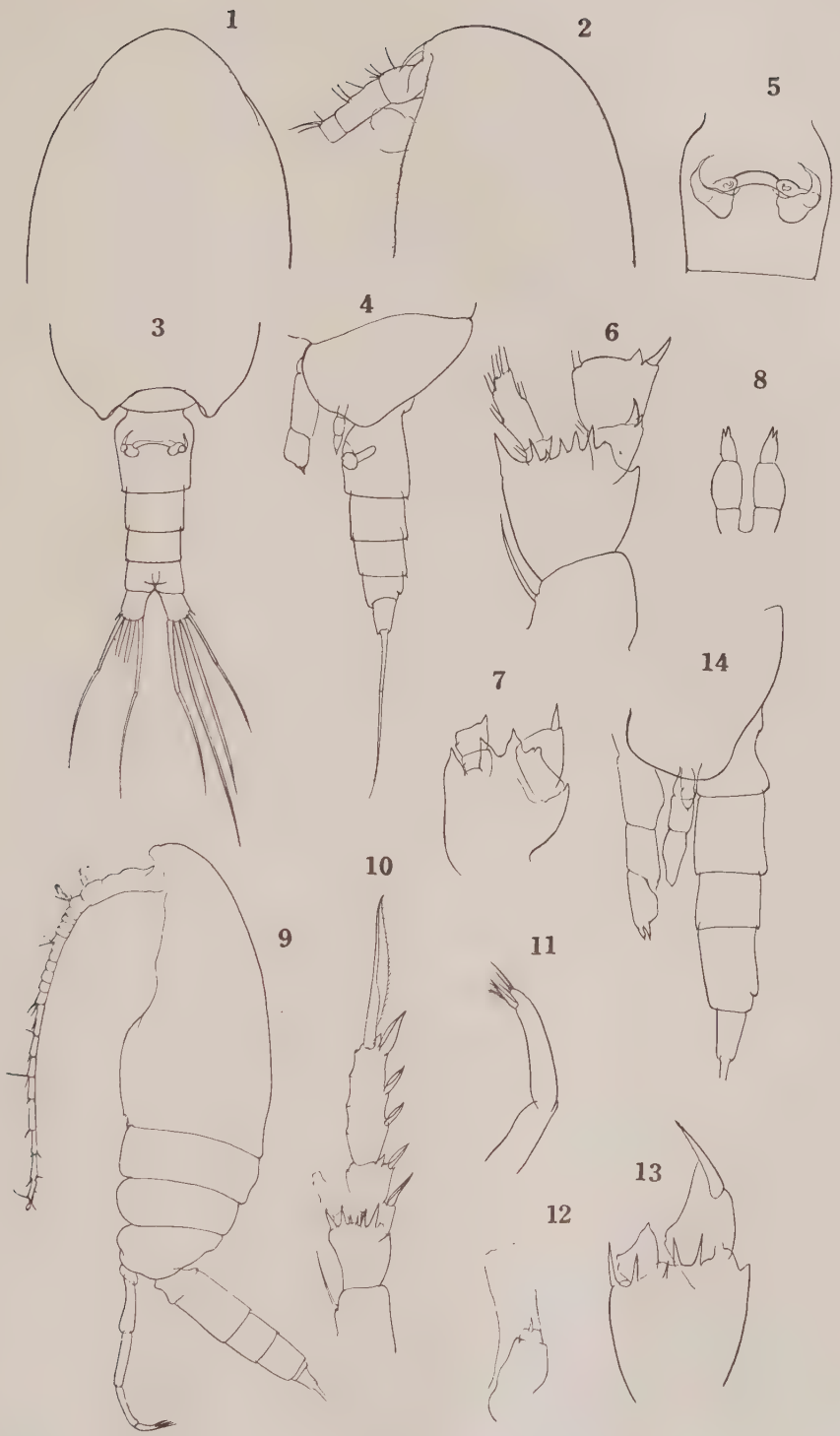

1
2
5
3
4
6
8
7
14
10
9
11
13
12

Plate XII

Clausocalanus paululus Farran (Figs. 1–5)

Female.

Fig. 1. Lateral view. ×133

Fig. 2. Abdomen, dorsal view. ×133

Fig. 3. Basal joints of 2nd foot. ×267

Fig. 4. Basal joints of 3rd foot. ×267

Fig. 5. 5th feet, ×267.

Clausocalnus pergens Farran (Figs. 6–10)

Male.

Figi 6. Head, lateral view. ×200 133

Fig. 7. 2nd basal joint of 2nd foot. ×267

Fig. 8. 2nd basal joint of 3rd foot. ×267

Fig. 9. 5th feet. ×267

Female.

Fig. 10. 2nd basal joint of 2nd foot. ×267

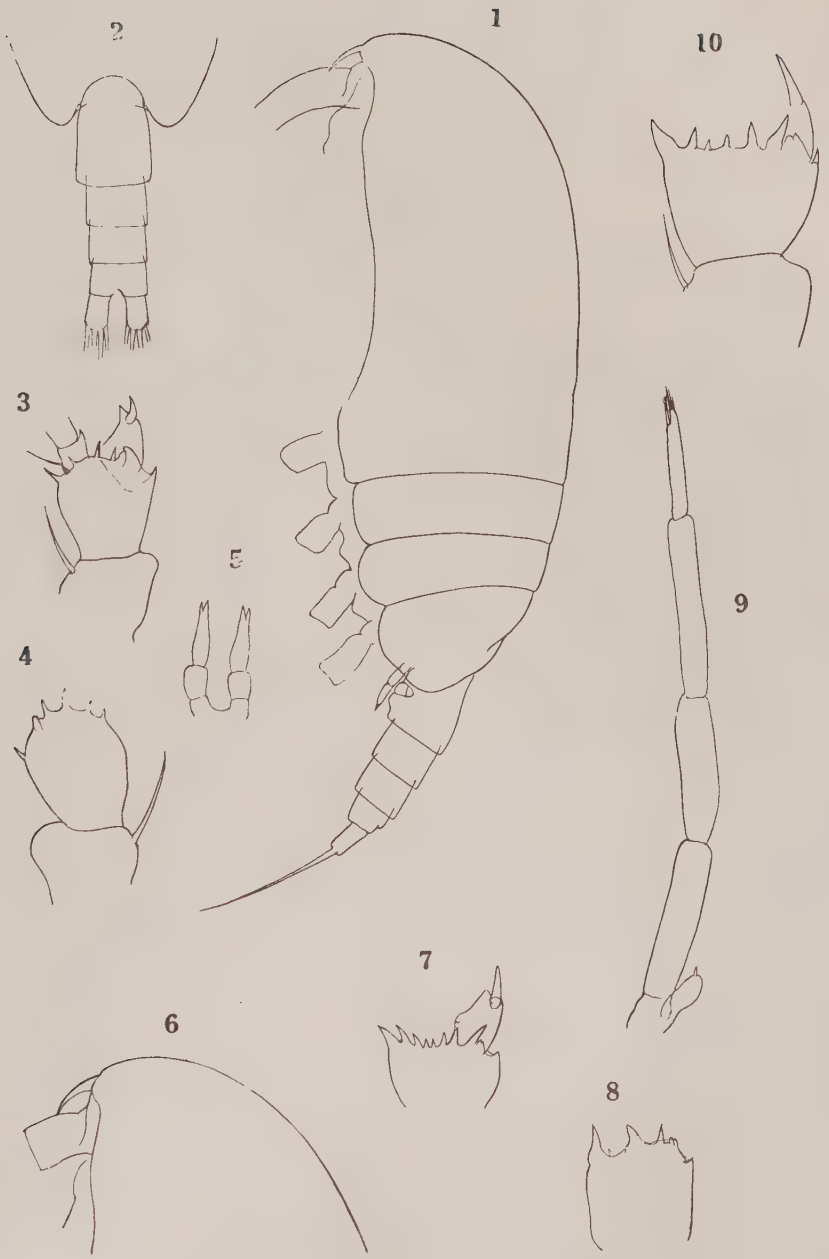

2
1
10
3
5
9
4
7
6
8

Plate XIII

Microcalanus pygmaeus G. O. Sars (Figs. 1–9)

Female.

Fig. 1. Head, dorsal view. ×133

Fig. 2. 2nd foot. ×267

Fig. 3. 3rd foot. ×267

Fig. 4. Head, lateral view, other specimen. ×133

Male.

Fig. 5. Dorsal view. ×93

Fig. 6. Head, lateral view. ×133

Fig. 7. Abdomen, lateral view. ×133

Fig. 8. 5th feet. ×267

Immature male.

Fig. 9. 5th feet. ×267

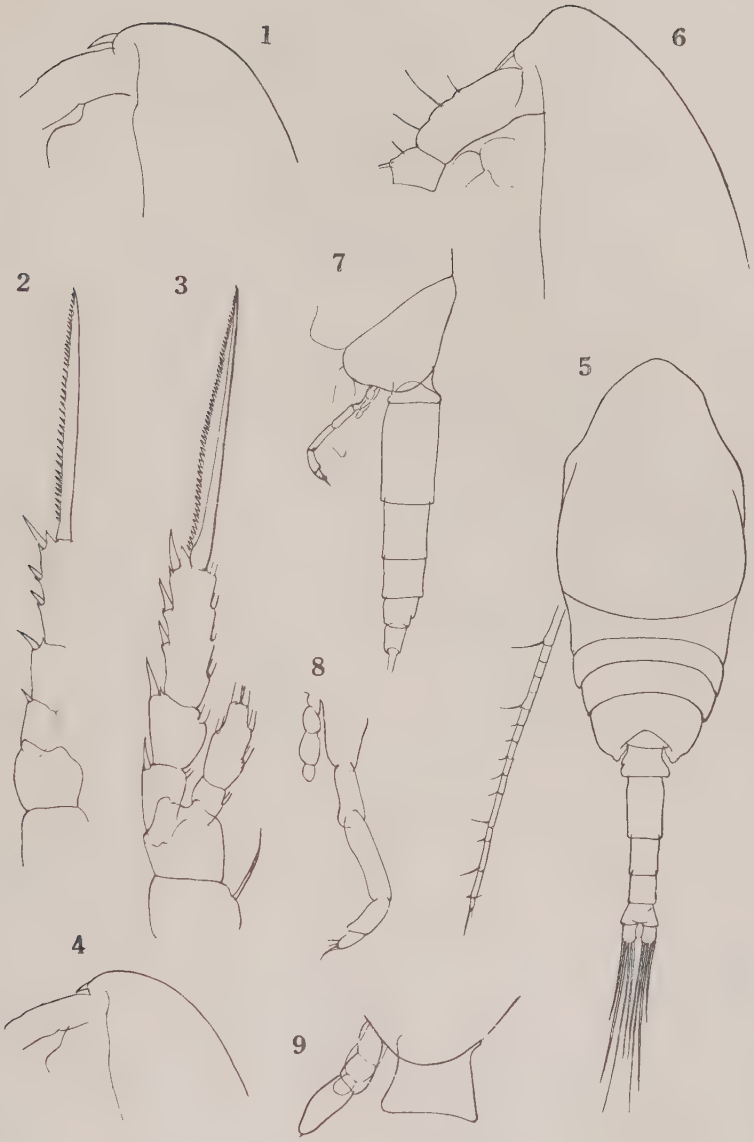

1
6
2
3
7
5
8
4
9

Plate XIV

Stephus longipes Giesbrecht (Figs. 1–10)

Male.

Fig. 1. Lateral view. ×93
Fig. 2. Dorsal view. ×93
Fig. 3. Furcal rami. ×267
Fig. 4. 2nd foot. ×267
Fig. 5. Right 5th foot. ×267
Fig. 6. Left 5th foot. ×267

Immature female.

Fig. 7. Lateral view. ×93
Fig. 8. Abdomen, dorsal view. ×133
Fig. 9. 1st foot. ×267
Fig. 10. 3rd foot. ×267

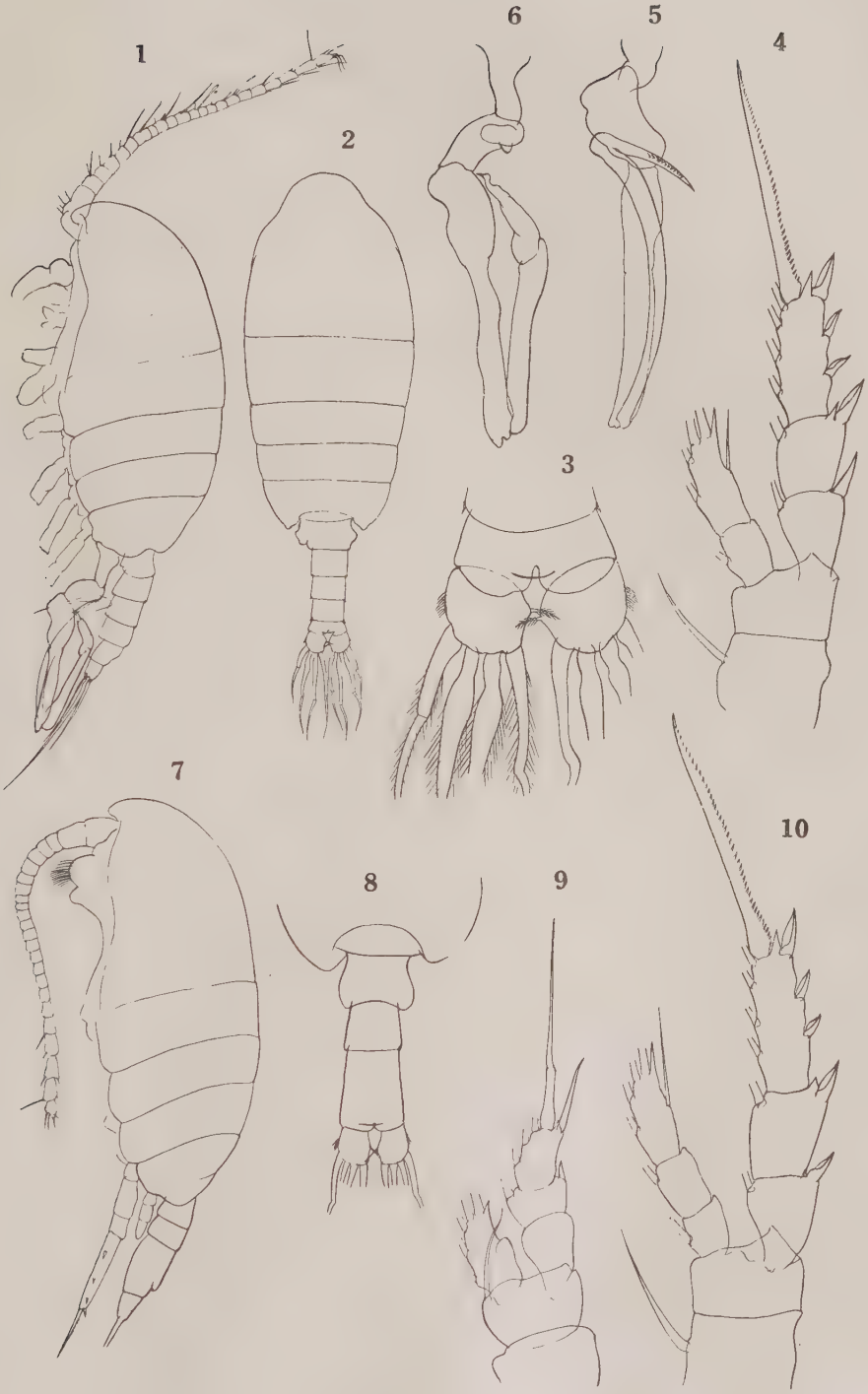

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Plate XV

Euchirella sp. (Figs. 1–5)

Immature female.

Fig. 1. Head, lateral view. ×47

Fig. 2. Thoracic segments and abdomen, lateral view. ×47

Fig. 3. 1st maxilla. ×67

Fig. 4. 1st foot. ×67

Fig. 5. 2nd foot. ×67

Pareuchaeta sp. (Figs. 6–9)

Immature female.

Fig. 6. Dorsal view. ×27

Fig. 7. Head, lateral view. ×47

Fig. 8. Last thoracic segment and abdomen. ×47

Fig. 9. 1st foot. ×67

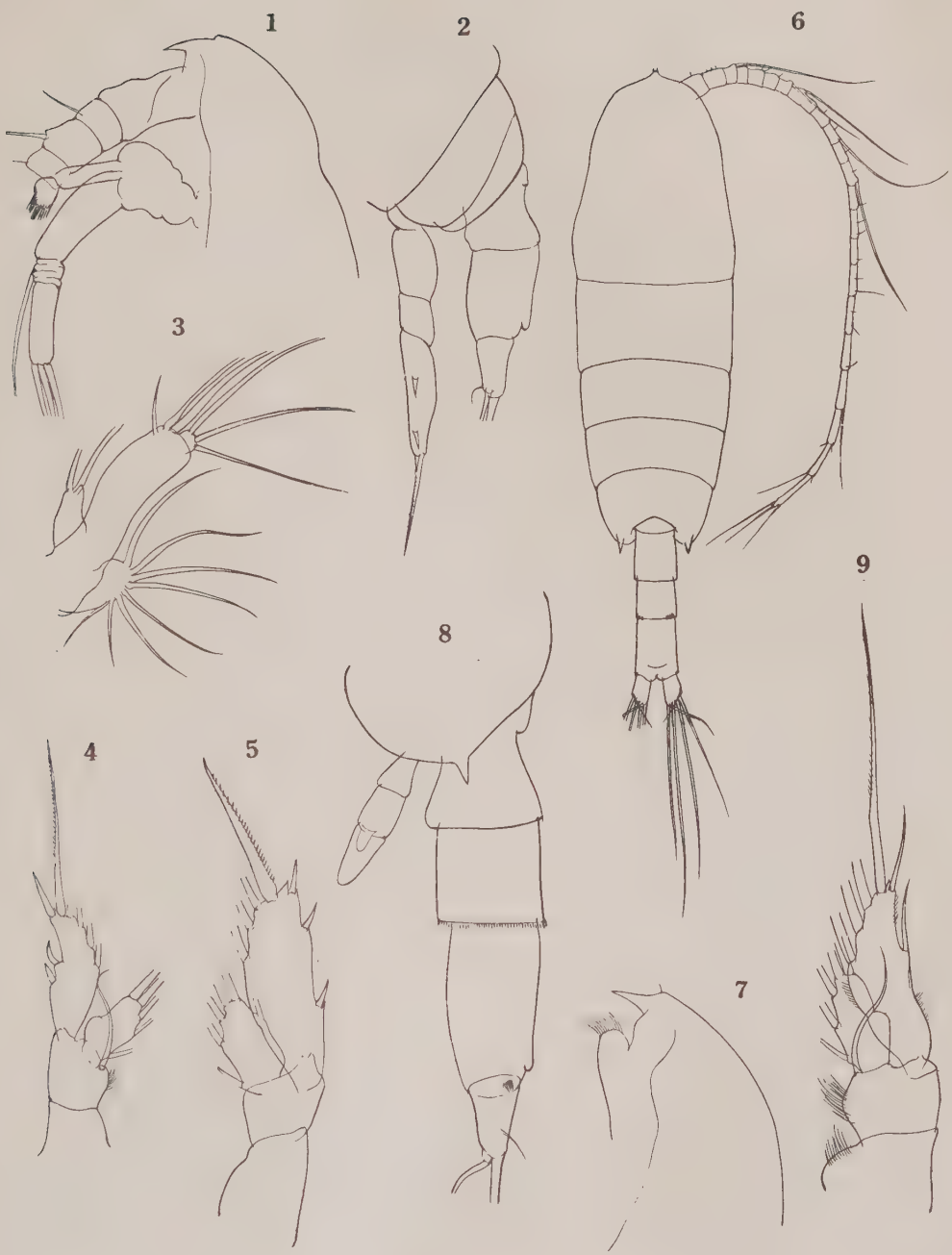

1
2
6
3
9
8
4
5
7

Plate XVI

Scolecithricella glacialis Giesbrecht (Figs. 1–8)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×67
Fig. 2. Lateral view. ×67
Fig. 3. 1st foot. ×133
Fig. 4. 2nd foot. ×133
Fig. 5. 3rd foot. ×133
Fig. 6. 4th foot. ×133
Fig. 7. 5th foot. ×267

Immature male.

Fig. 8. 5th feet. ×267

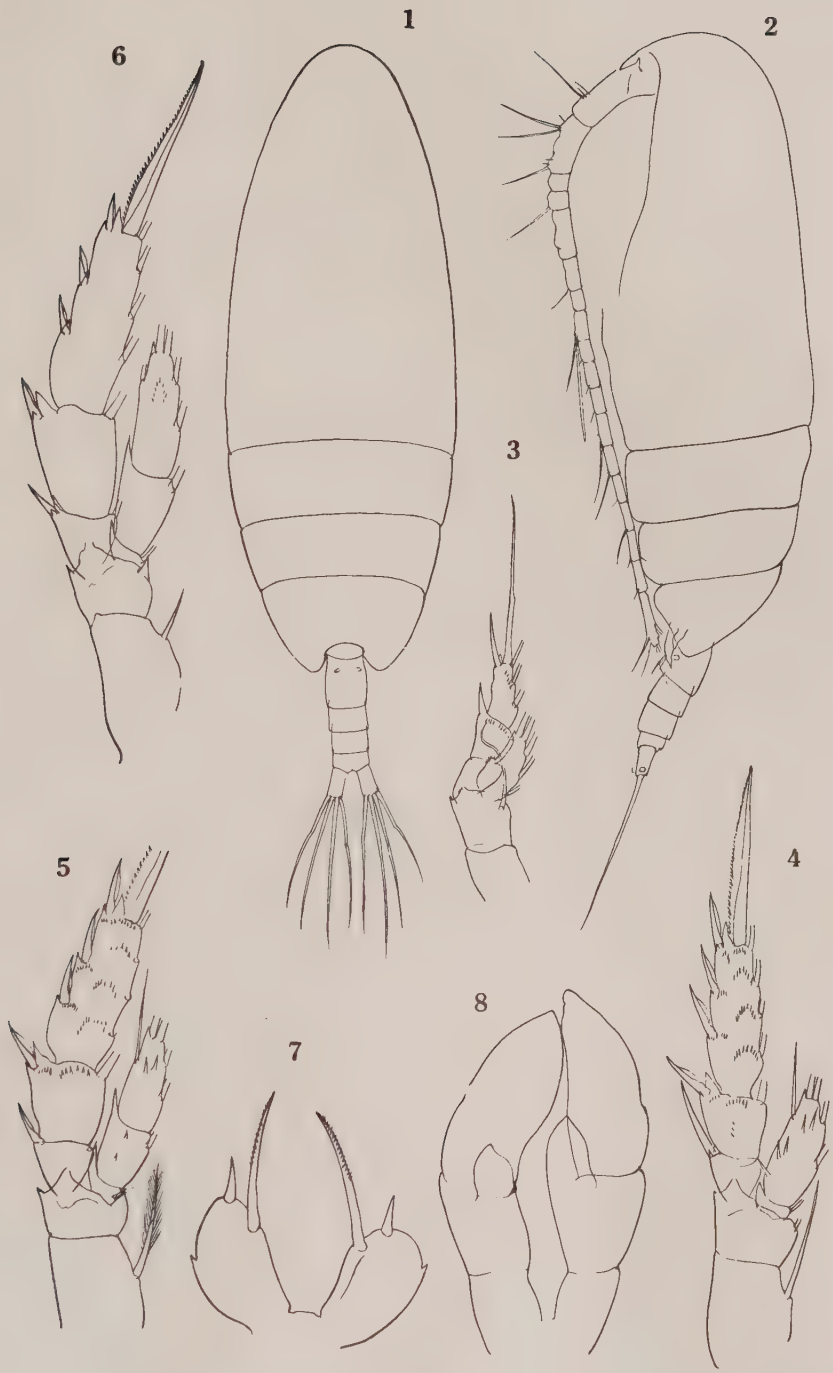

1
2
3
4
5
6
7
8

Plate XVII

Racovitzanus antarcticus Giesbrecht (Figs. 1–7)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×33

Fig. 2. Head, lateral view. ×67

Fig. 3. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×67

Fig. 4. Furcal rami, dorsal view. ×67

Fig. 5. 1st foot. ×133

Fig. 6. 2nd foot. ×133

Immature male.

Fig. 7. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×67

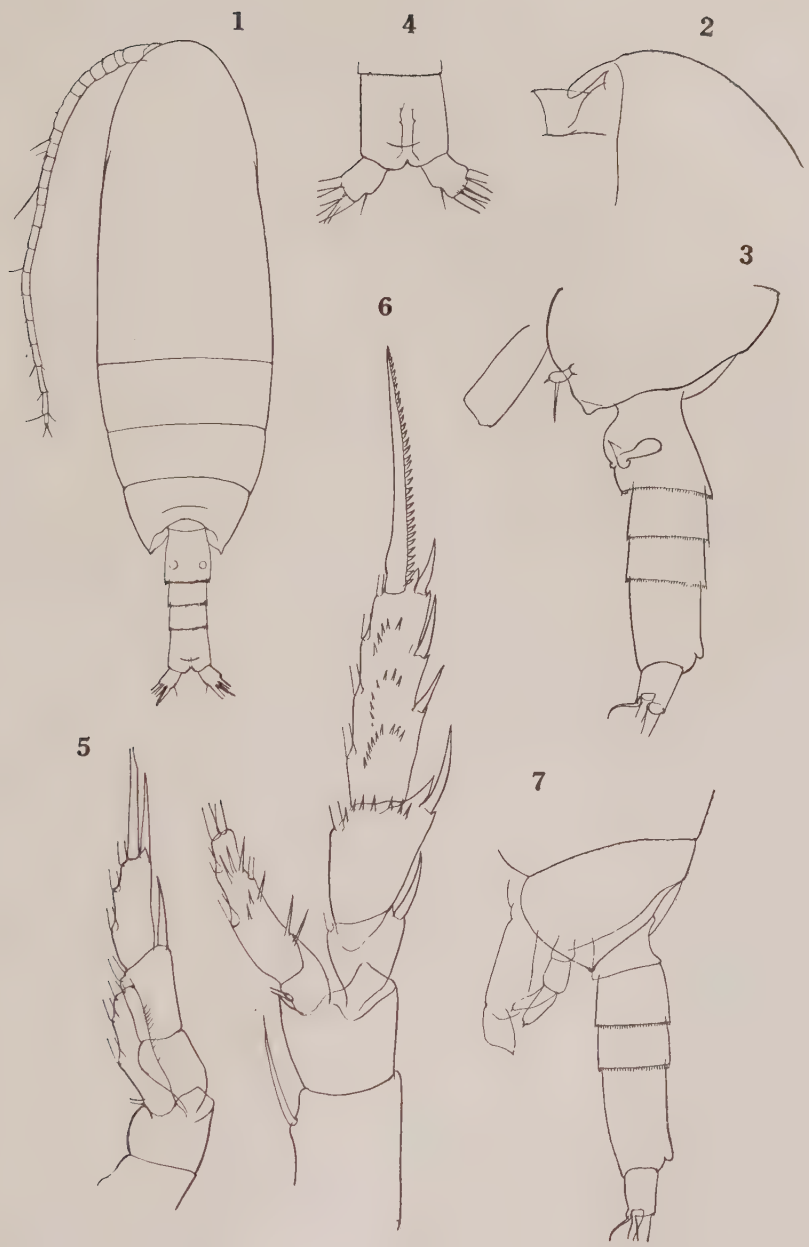

1
4
2
3
6
5
7

Plate XVIII

Scaphocalanus brevicornis G. O. Sars (Figs. 1–6)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×27

Fig. 2. Head, lateral view. ×67

Fig. 3. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×67

Fig. 4. 1st foot. ×133

Fig. 5. 2nd foot. ×133

Fig. 6. 5th foot. ×133

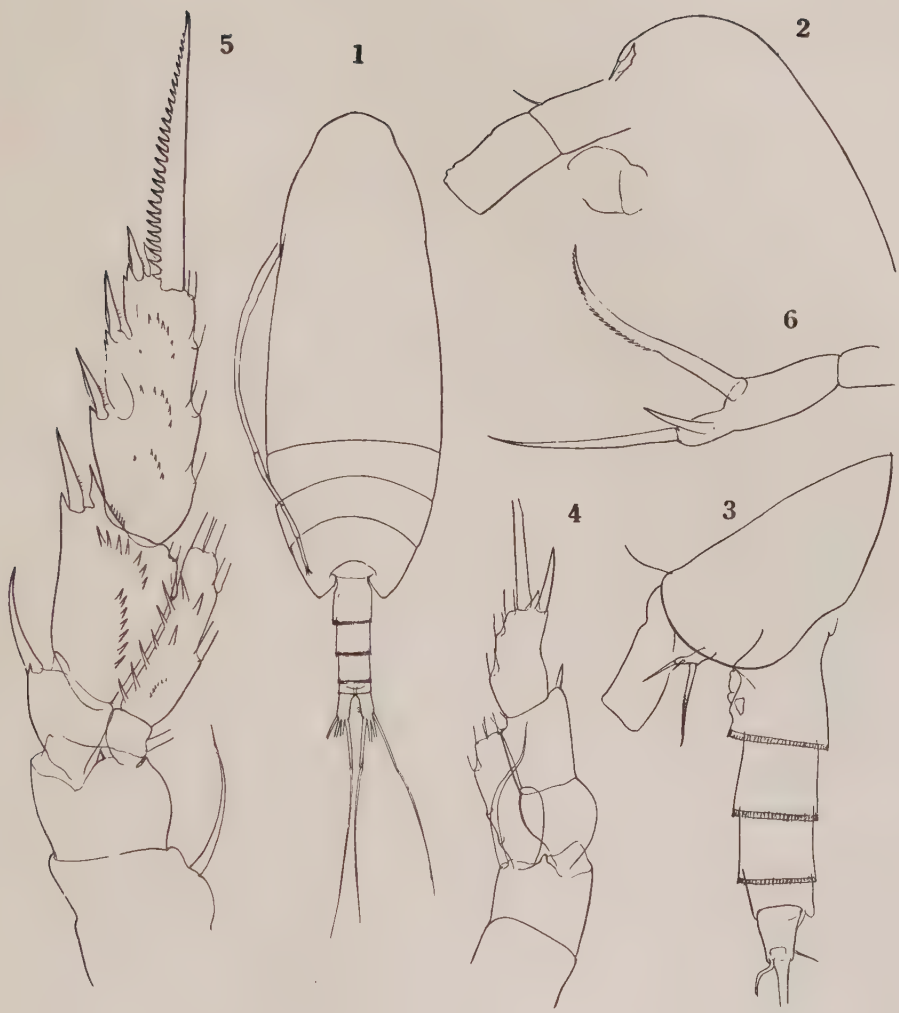

5
1
2
6
4
3

Plate XIX

Scaphocalanus subbrevicornis Wolfenden (Figs. 1–8)

Female.

Fig. 1. Head, lateral view. ×67

Fig. 2. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×133

Fig. 3. 2nd foot with two joints of exopod, lateral view. ×267

Fig. 4. 5th foot. ×133.

Immature male.

Fig. 5. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×67

Fig. 6. 1st foot. ×133

Fig. 7. 2nd foot. ×133

Fig. 8. 5th foot. ×133

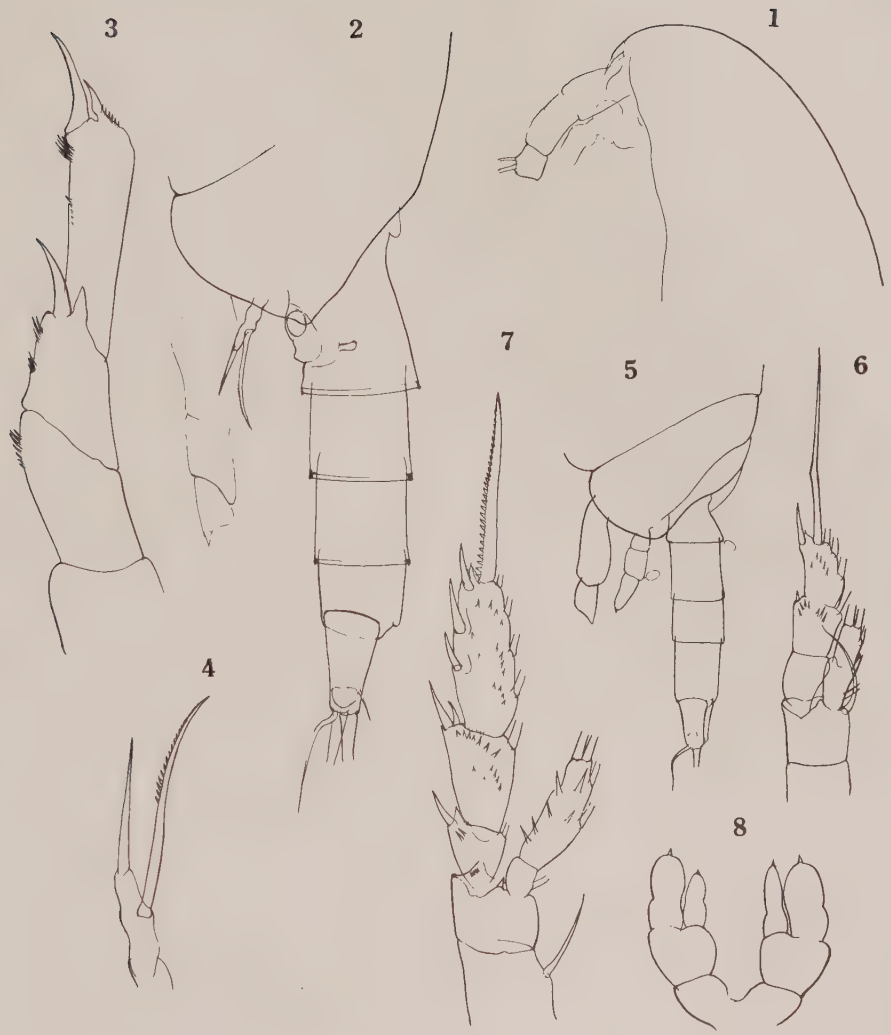

3
2
1
7
5
6
4
8

Plate XX

Centropages typicus Kröyer (Figs. 1–5)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×33

Fig. 2. Lateral view. ×33

Fig. 3. 5th foot. ×133

Male.

Fig. 4. Dorsal view. ×33

Fig. 5. 5th feet. ×133

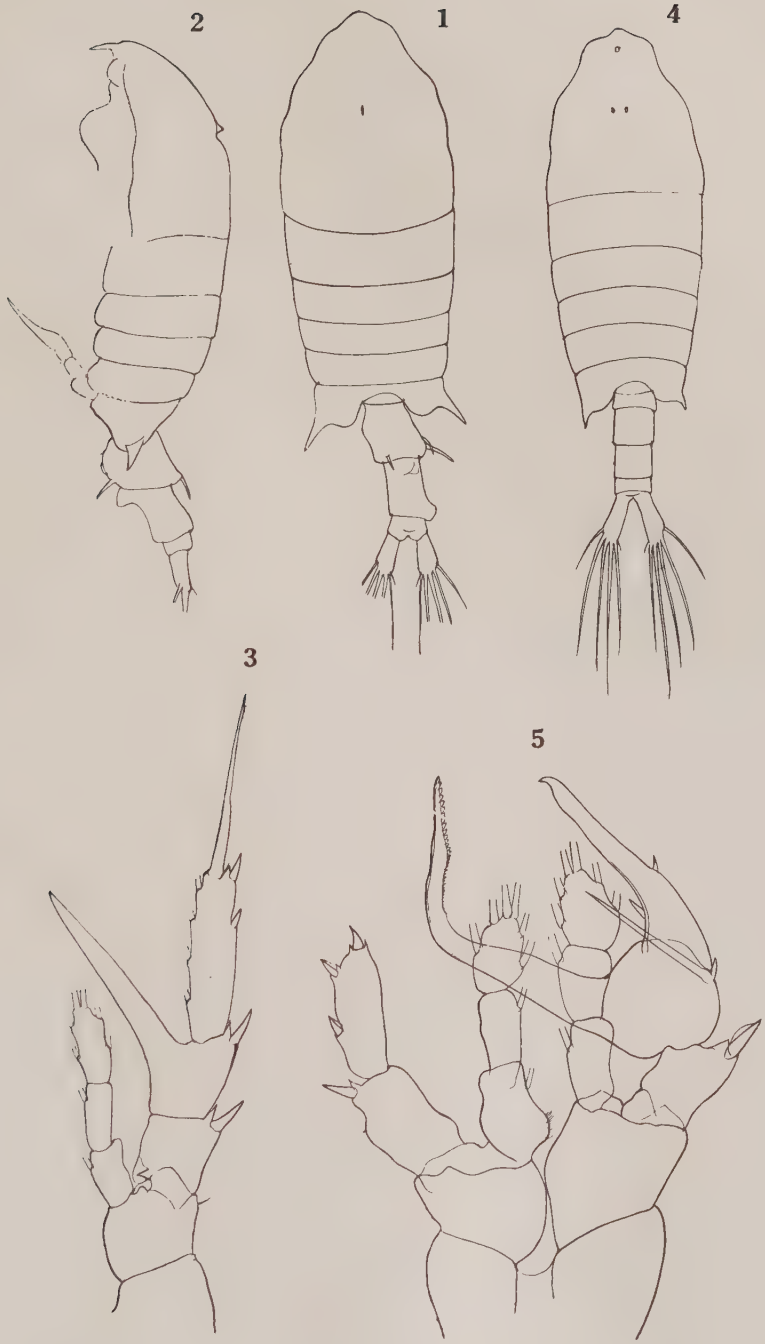

2
1
4
3
5

Plate XXI

Pseudodiaptomus nudus sp. nov. (Figs. 1–9)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×47

Fig. 2. Head and 1st antenna, lateral view. ×93

Fig. 3. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×93

Fig. 4. Genital segment, ventral view. ×133

Fig. 5. 1st foot. ×267

Fig. 6. 2nd foot. ×267

Fig. 7. 5th foot. ×133

Male.

Fig. 8. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×93

Fig. 9. 5th feet, ×267.

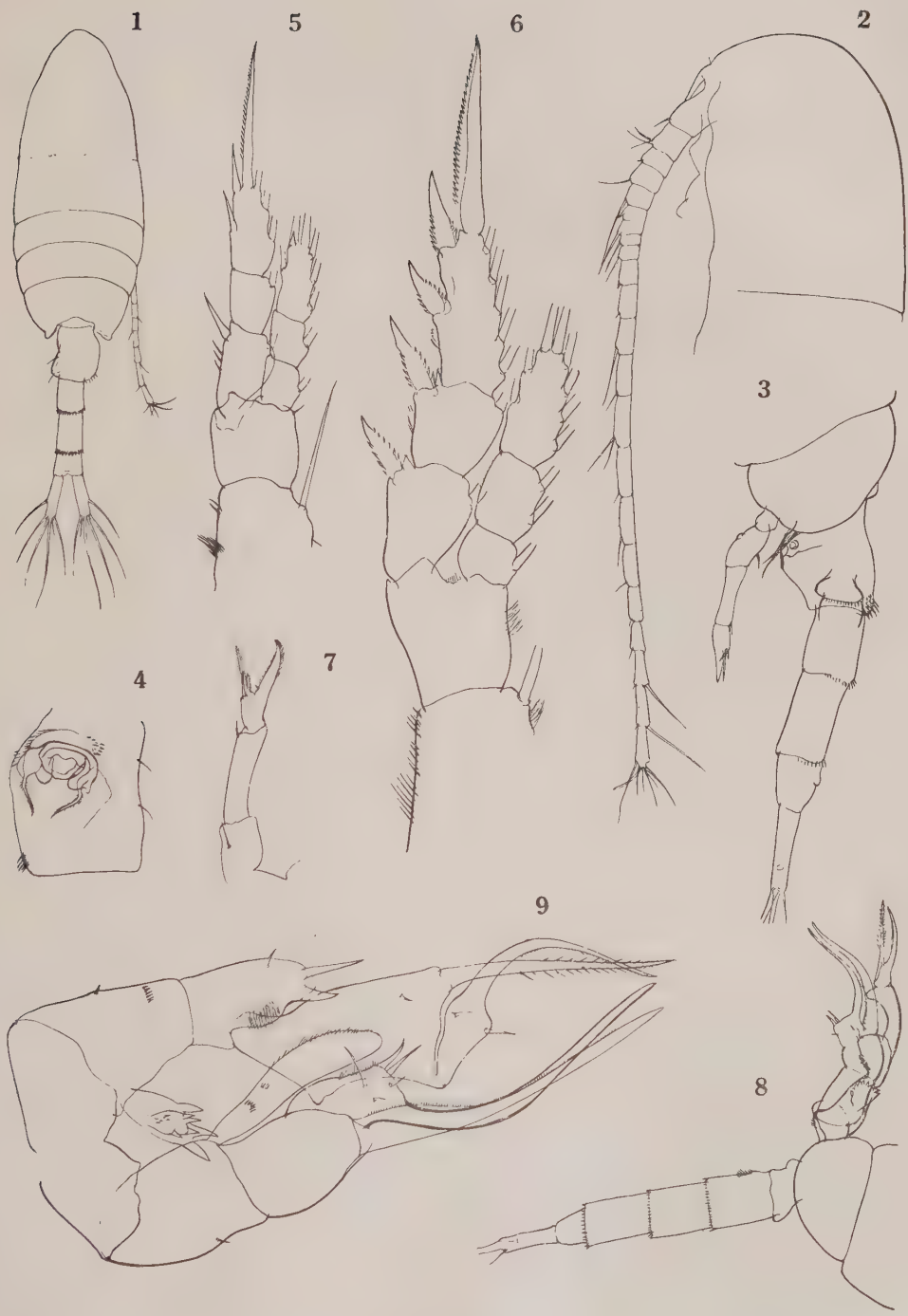

1
5
6
2
3
4
7
9
8

Plate XXII

Metridia gerlachei Giesbrecht (Figs. 1–8)

Female.

Fig. 1. Lateral view. ×19

Fig. 2. Last thoracic segment and genital segment, lateral view. ×47

Fig. 3. 2nd foot. ×93

Fig. 4. 5th foot. ×133

Male.

Fig. 5. Lateral view. ×33

Fig. 6. 5th feet. ×133

Immature female.

Fig. 7. 5th feet. ×133

Immature male.

Fig. 8. 5th feet. ×133

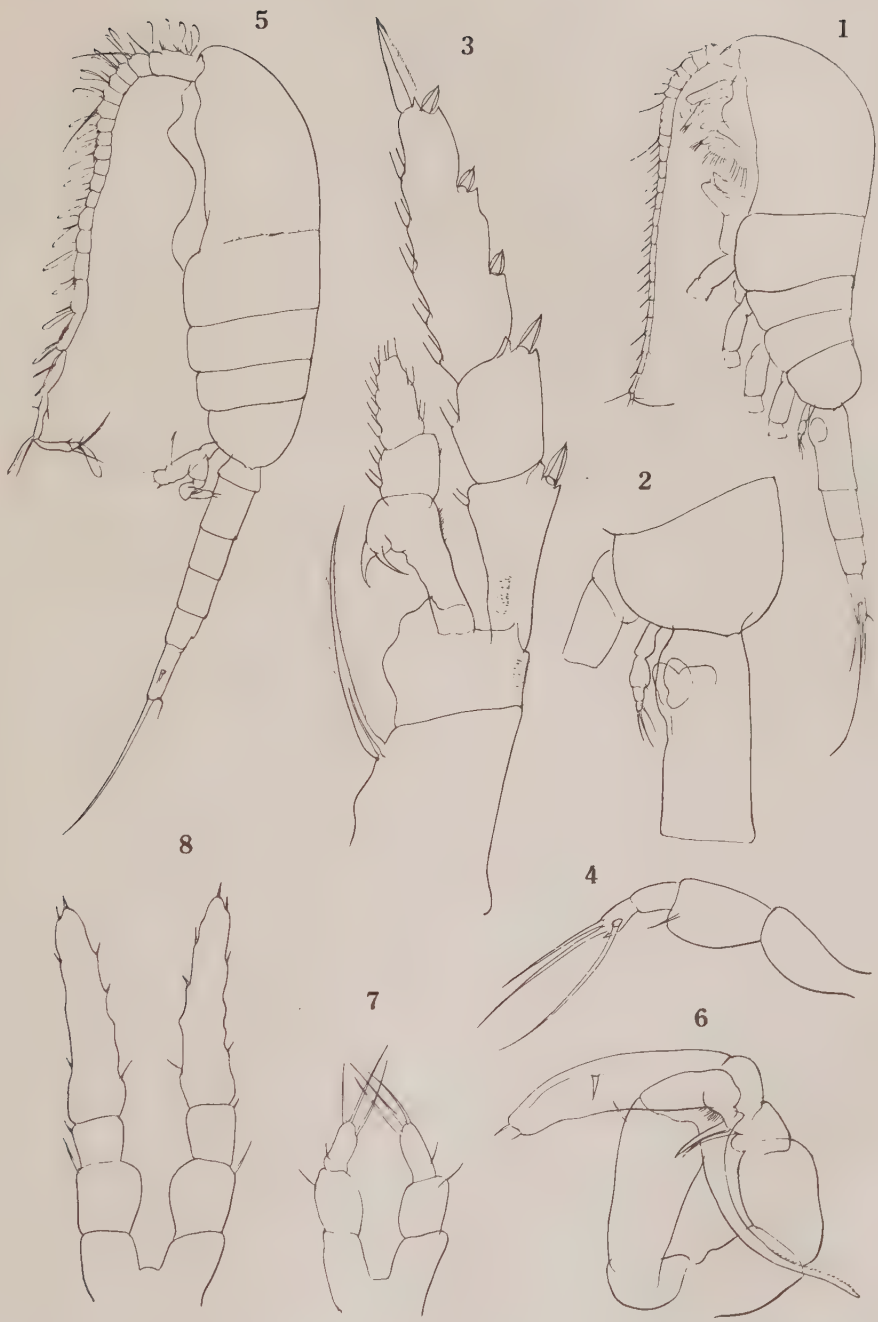

5
3
1
2
8
4
7
6

Plate XXIII

Heterorhabdus farrani Brady (Figs. 1–6)

Mlale.

Fig. 1. Dorsal view. ×19

Fig. 2. Head, lateral view. ×27

Fig. 3. Thoracic segments and abdomen, lateral view. ×27

Fig. 4. 2nd maxilla. ×67

Fig. 5. Maxillipede. ×67

Fig. 6. 5th feet. ×67

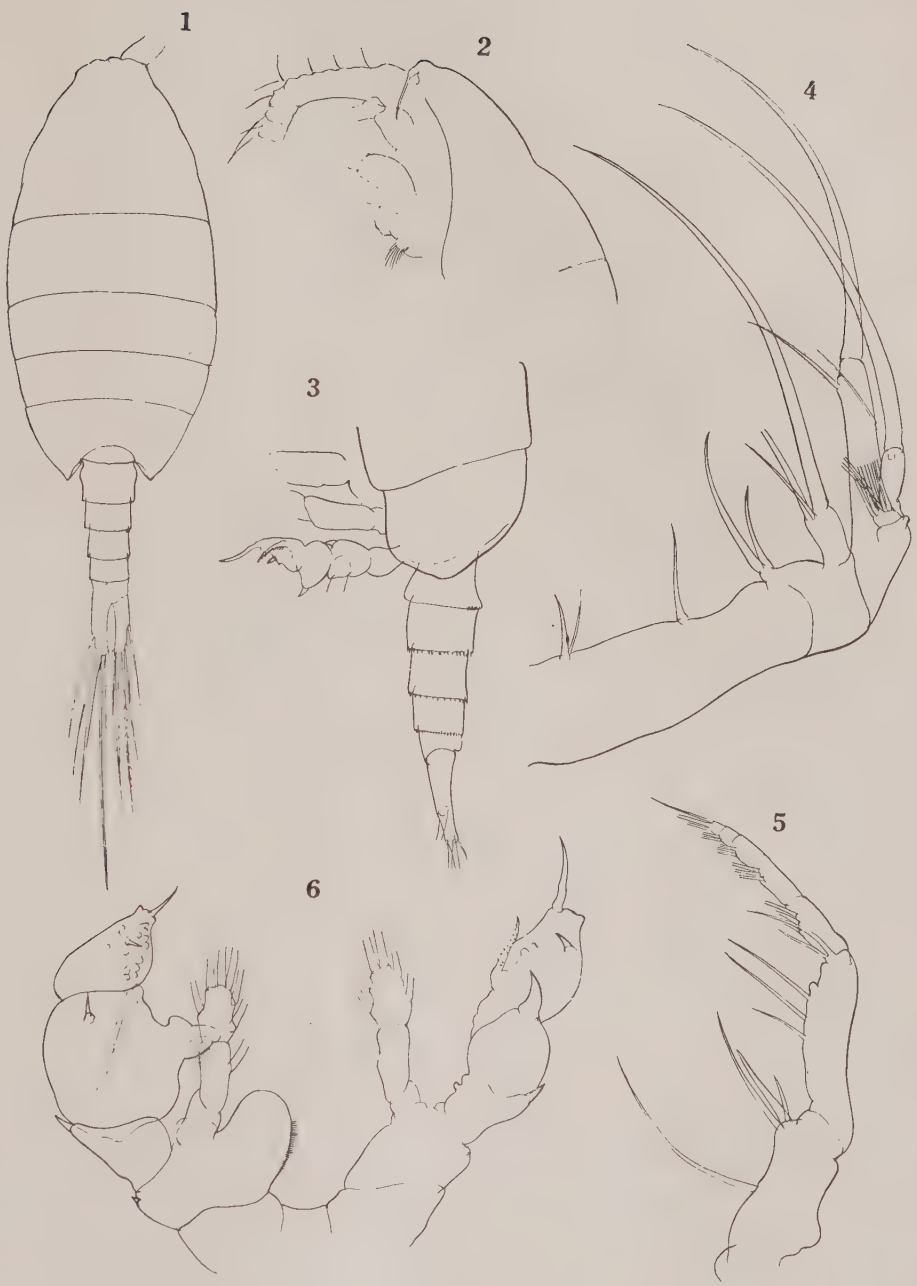

1
2
3
4
5
6

Plate XXIV

Haloptilus ocellatus Wolfenden (Figs. 1–5)

Female.

Fig. 1. Head, dorsal view. ×13
Fig. 2. Abdomen, dorsal view. ×13
Fig. 3. Mandible. ×33
Fig. 4. 1st maxilla. ×33
Fig. 5. 5th foot. ×33

Acartia negligens Dana (Fig. 6)

Female.

Fig. 6. Last thoracic segment and genital segment. ×133

Oithona attenuata Farran (Figs. 7–12)

Female.

Fig. 7. Head, dorsal view. ×67
Fig. 8. Abdomen, dorsal view. ×133
Fig. 9. 1st foot. ×267
Fig. 10. Endopod of 2nd foot. ×267
Fig. 11. 3rd foot. ×267
Fig. 12. Exopod of 4th foot. ×267

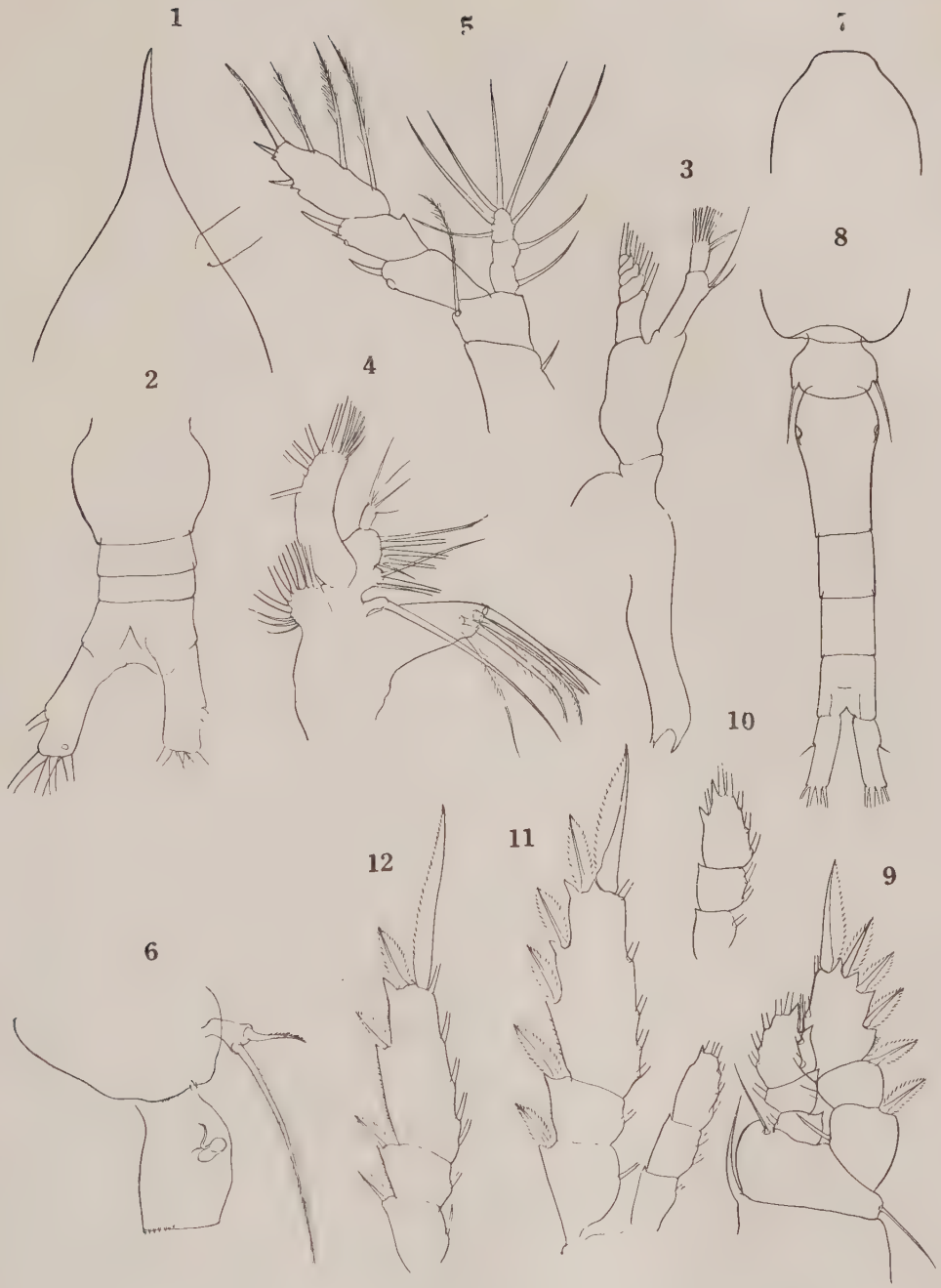

1
5
7
3
8
2
4
10
11
12
9
6

Plate XXV

Oithona fallax Farran (Figs. 1–7)

Male.

Fig. 1. Head, dorsal view. ×133
Fig. 2. Head, lateral view. ×133
Fig. 3. Abdomen, lateral view. ×133
Fig. 4. Abdomen, dorsal view. ×133
Fig. 5. Exopod of 1st foot. ×133
Fig. 6. Exopod of 3rd foot. ×267
Fig. 7. 4th foot. ×267.

Oithona frigida Giesbrecht (Figs. 8–10)

Female.

Fig. 8. Dorsal view. ×67
Fig. 9. 1st foot. ×133
Fig. 10. 4th foot. ×133

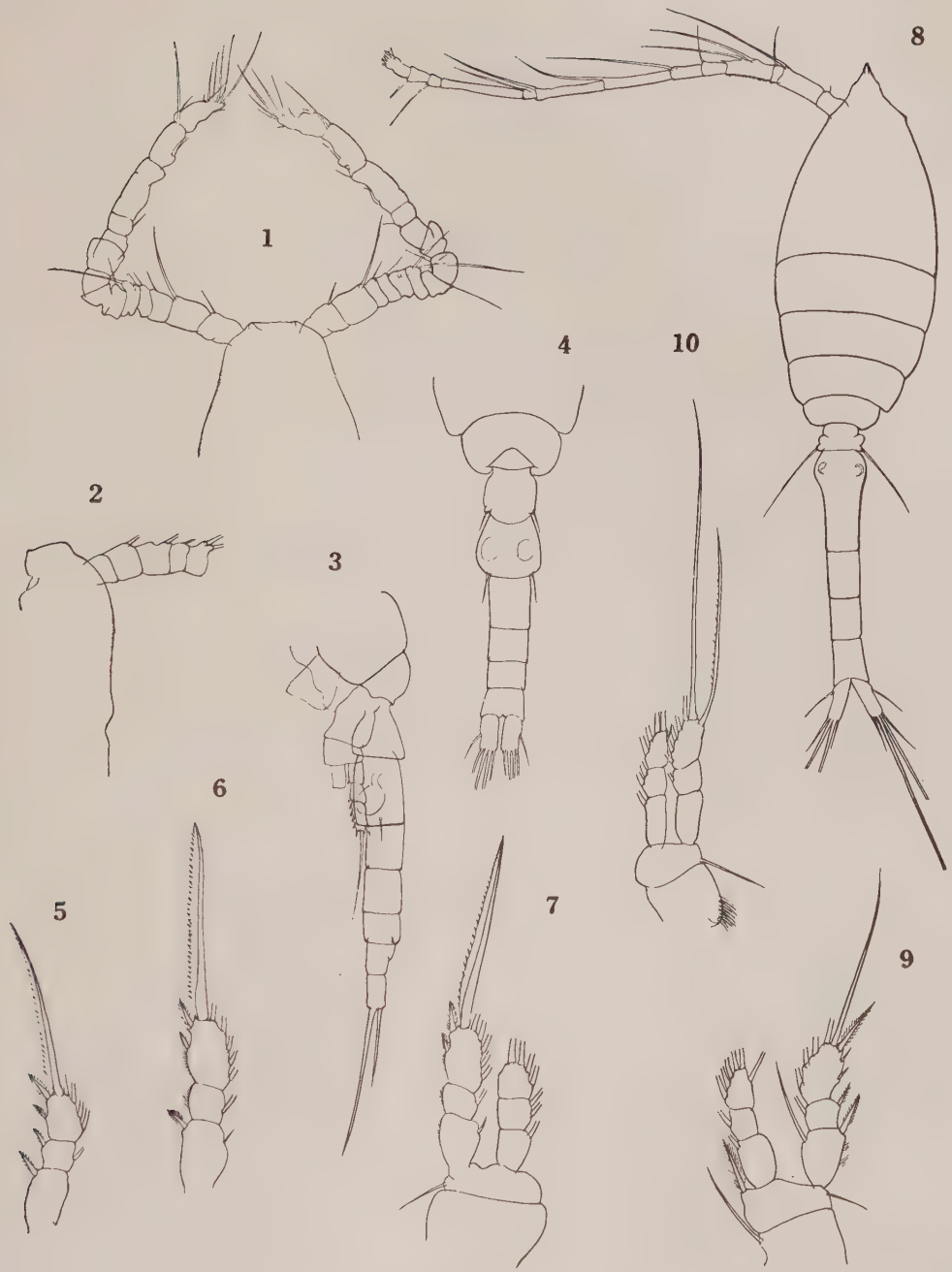

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Plate XXVI

Oithona nana Giesbrecht (Figs. 1–4)

Female.

Fig. 1. Cephalothorax, dorsal view. ×133

Fig. 2. Head, lateral view. ×133

Fig. 3. Abdomen, dorsal view. ×133

Male.

Fig. 4. Dorsal view. ×133

Oithona oculata Farran (Figs. 5–10)

Female.

Fig. 5. Head, lateral view. ×133

Fig. 6. Head, dorsal view. ×67

Fig. 7. Abdomen, dorsal view. ×133

Fig. 8. Mandible. ×267

Fig. 9. 1st foot. ×267

Fig. 10. 4th foot. ×297

Oithona plumifera Baird (Figs. 11–13)

Female.

Fig. 11. Head, dorsal view. ×133

Fig. 12. 5th thoracic segment and genital segment, dorsal view. ×133

Fig. 13. 5th thoracic segment, and genital segment, lateral view. ×133

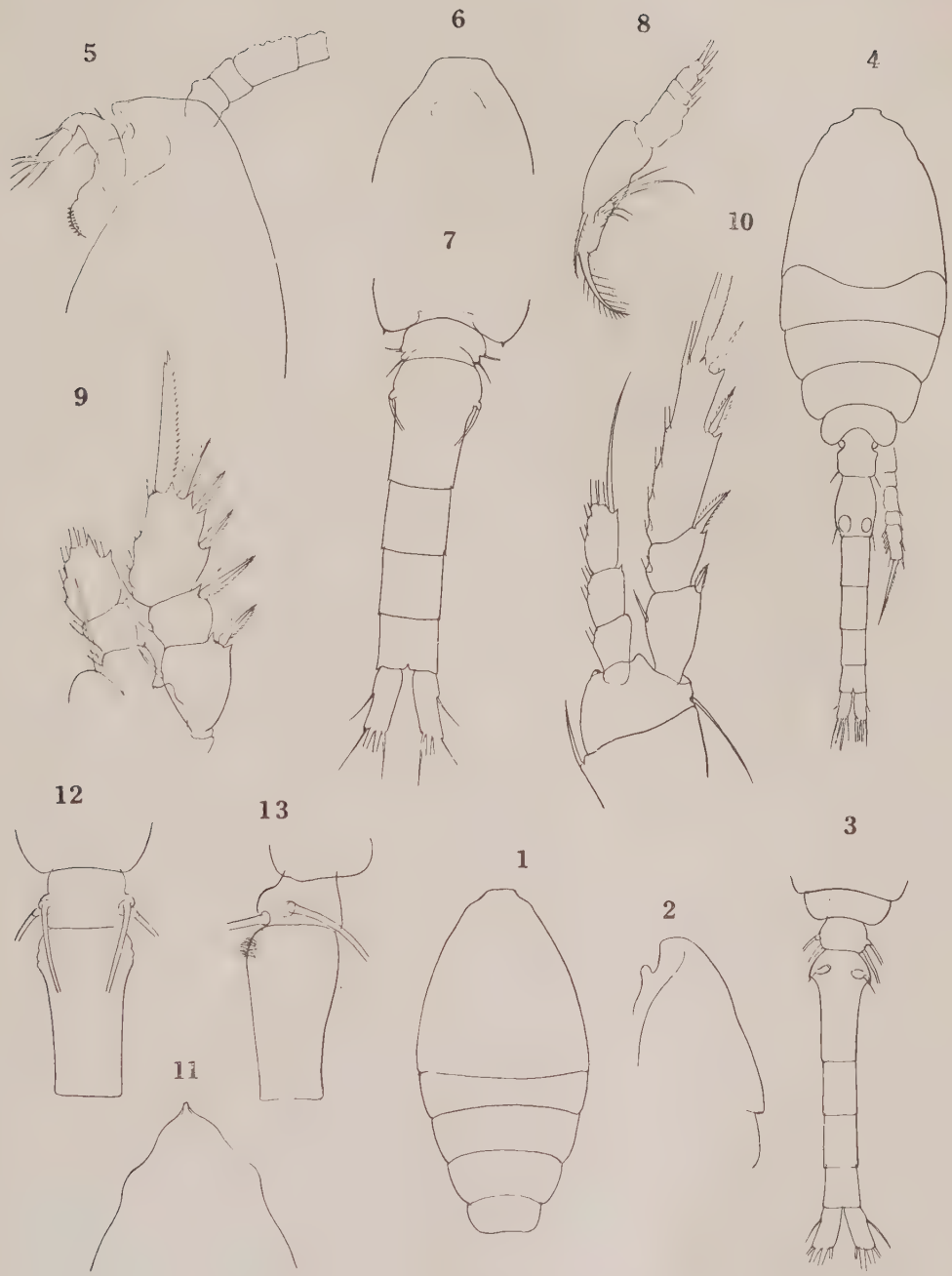

5
6
8
4
7
10
9
12
13
1
2
3
11

Plate XXVII

Oithona similis Claus (Figs. 1-9)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×93

Fig. 2. lst foot. ×267

Fig. 3. Exopod of 2nd foot. ×267

Fig. 4. 3rd foot. ×267

Fig. 5. 4th foot. ×267

Fig. 6. Dorsal view, other specimen, 0.75 mm. ×93

Fig. 7. Head, lateral view. ×133

Fig. 8. 1st foot. ×267

Male.

Fig. 9. Lateral view. ×133

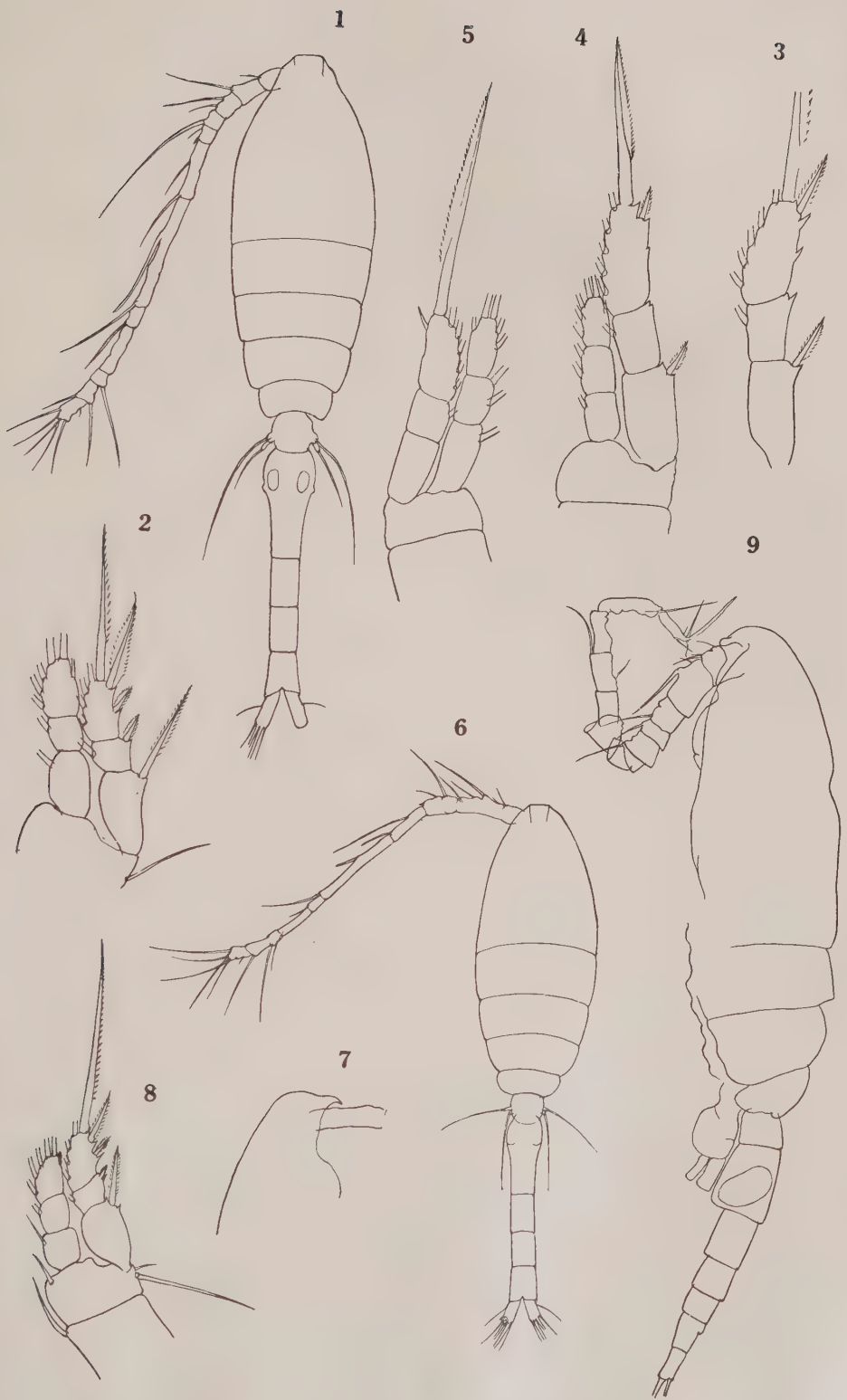

1
5
4
3
2
9
6
7
8

Plate XXVIII

Oithona simplex Farran (Figs. 1–6)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×133
Fig. 2. 1st foot. ×267
Fig. 3. 2nd foot. ×267
Fig. 4. 3rd foot. ×267
Fig. 5. 4th foot. ×267

Male.

Fig. 6. Dorsal view. ×133

Oncaea clevei Früchtl (Figs. 7–13)

Female.

Fig. 7. Dorsal view. ×93
Fig. 8. Abdomen, lateral view. ×93
Fig. 9. Head, lateral view. ×133
Fig. 10. Endopod of 3rd foot. ×267
Fig. 11. 5th foot. ×267

Male.

Fig. 12. Abdomen, dorsal view. ×267
Fig. 13. Abdomen, lateral view. ×133

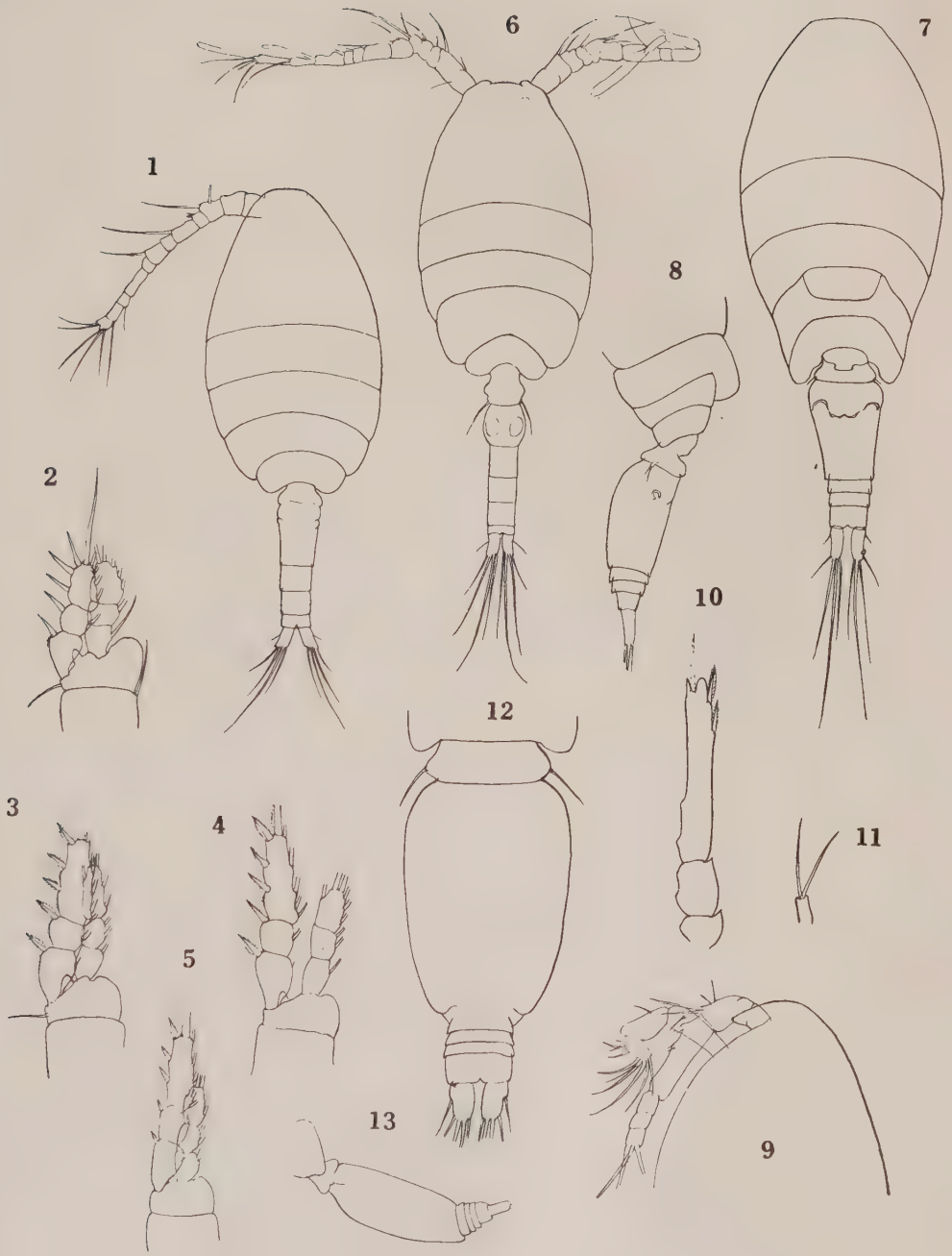

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

Plate XXIX

Oncaea conifera Giesbrecht (Figs. 1–8)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×67

Fig. 2. Lateral view. ×67

Male.

Fig. 3. Dorsal view. ×133

Fig. 4. Head, lateral view. ×133

Fig. 5. Abdomen, lateral view. ×133

Fig. 6. 2nd foot. ×267

Fig. 7. 3rd foot. ×267

Fig. 8. Endopod of 4th foot. ×267

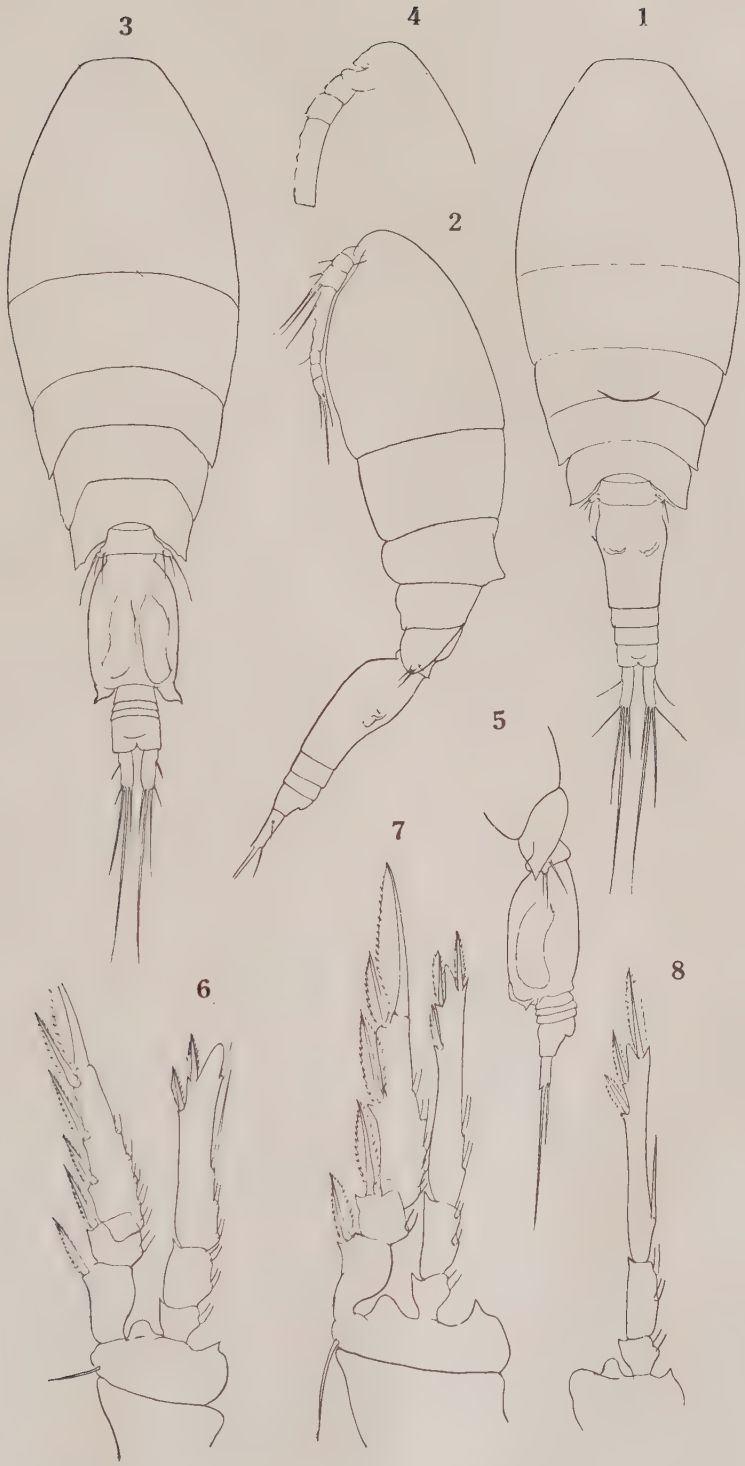

3
4
1
2
5
7
6
8

Plate XXX

Oncaea curvata Giesbrecht (Figs. 1–11)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×100
Fig. 2. Head, lateral view. ×133
Fig. 3. Abdomen, lateral view. ×133
Fig. 4. 2nd antenna. ×267
Fig. 5. 2nd maxilla. ×267
Fig. 6. Maxillipede. ×267
Fig. 7. 1st foot. ×267
Fig. 8. 2nd foot. ×267
Fig. 9. 3rd foot. ×267
Fig. 10. 4th foot. ×267
Fig. 11. 5th foot. ×267

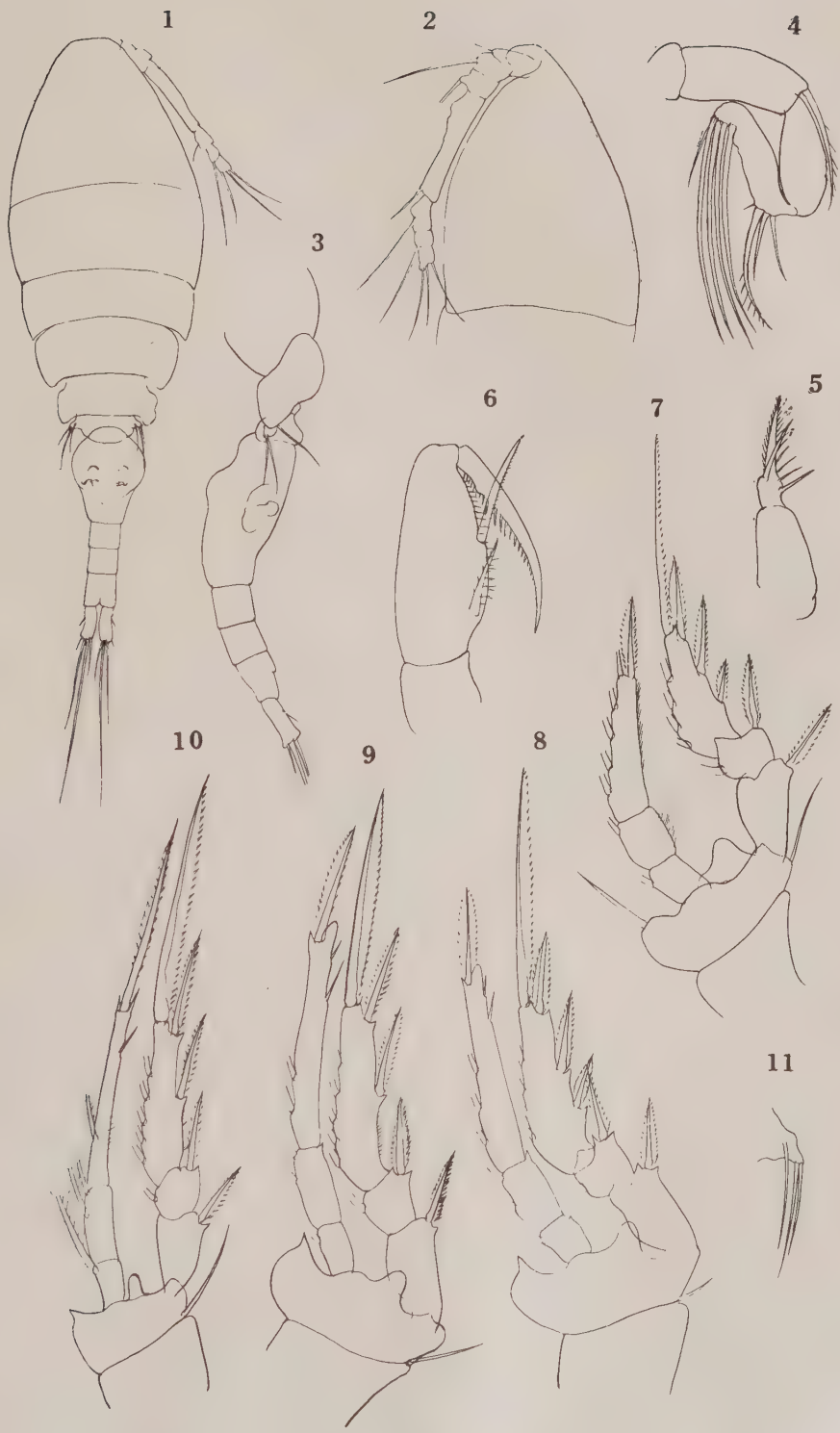

1
2
4
3
6
7
5
10
9
8
11

Plate XXXI

Oncaea curvata Giesbrecht (Figs. 1–3)

Male.

Fig. 1. Dorsal view. ×133

Fig. 2. Abdomen, lateral view. ×267

Fig. 3. Head, lateral view. ×267

Oncaea media Giesbrecht (Figs. 4–9)

Female.

Fig. 4. Dorsal view, forma *minor*. ×93

Fig. 5. 4th foot. ×267

Fig. 6. 4th foot, forma *major*. ×267

Male.

Fig. 7. Abdomen, dorsal view, ×(0.74mm). ×133

Fig. 8. Abdomen, dorsal view, (0.56mm). ×133

Fig. 9. Abdomen, lateral view, (0.93mm). ×133

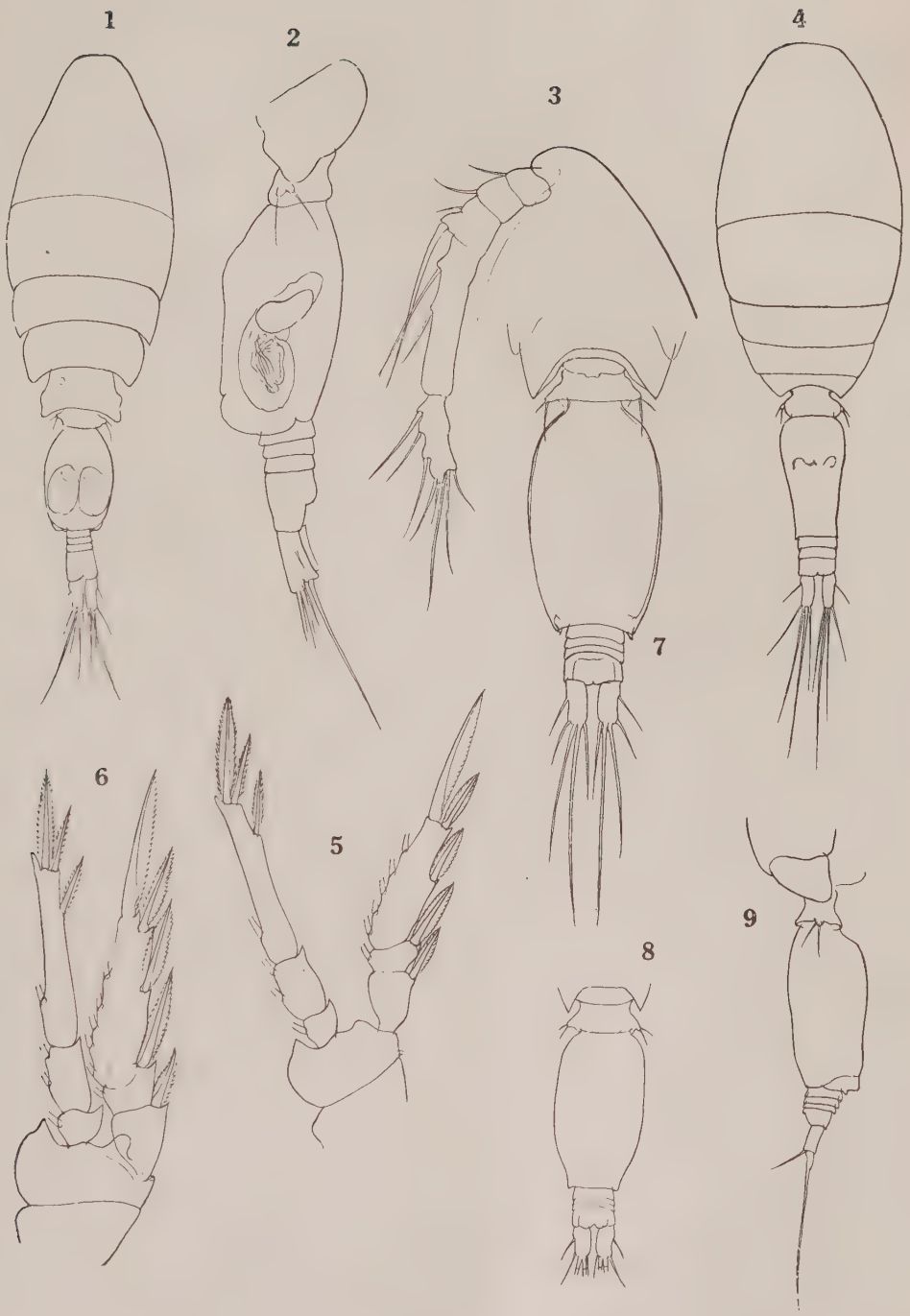

1
2
3
4
5
6
7
8
9

Plate XXXII

Oncaea notopus Giesbrecht (Figs. 1–7)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×133

Fig. 2. Abdomen, lateral view. ×133

Fig. 3. 1st antenna. ×267

Male.

Fig. 4. Dorsal view. ×133

Fig. 5. Head, lateral view. ×133

Fig, 6. Abdomen, lateral view. ×133

Immature female.

Fig. 7. Abdomen, lateral view. ×133

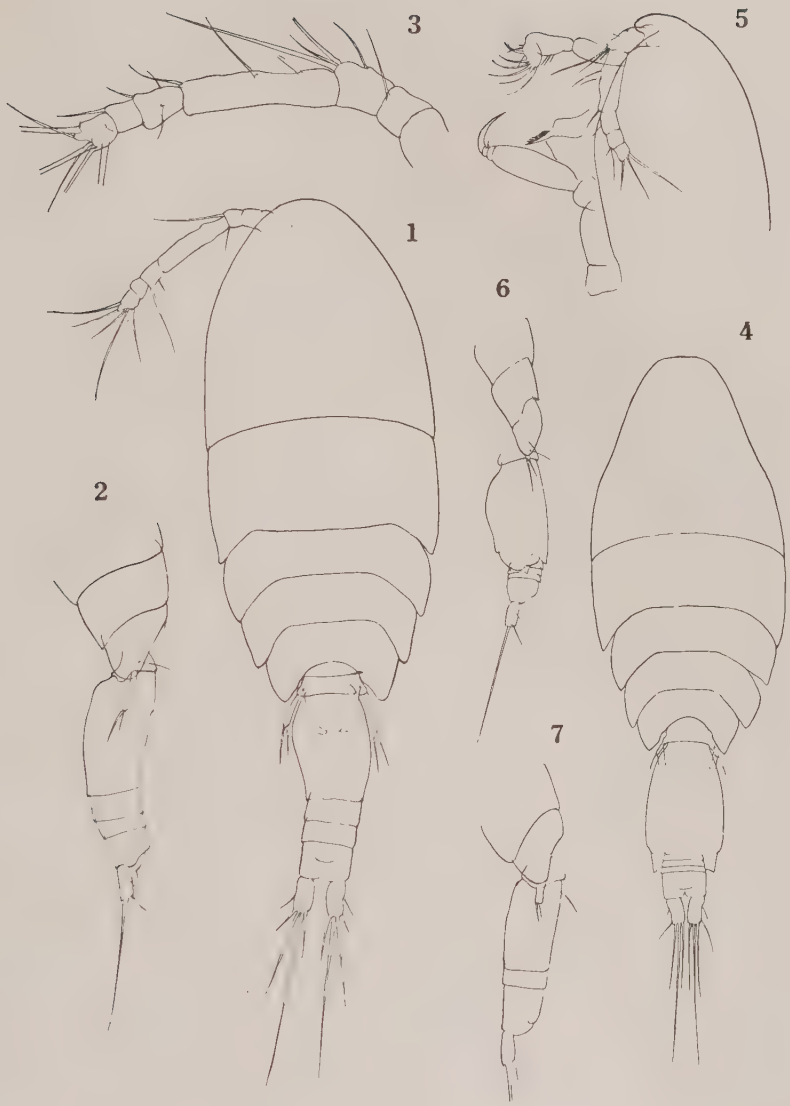

3
5
1
6
4
2
7

Plate XXXIII

Pseudanthessius minimus sp. nov. (Figs. 1–18)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×93
Fig. 2. Head, lateral view. ×133
Fig. 3. Abdomen, lateral view. ×133
Fig. 4. Rostrum. ×267
Fig. 5. 1st antenna. ×267
Fig. 6. 2nd antenna. ×267
Fig. 7. Mandible. ×267
Fig. 8. 1st maxilla. ×267
Fig. 9. 2nd maxilla. ×267
Fig. 10. Maxillipede. ×267
Fig. 11. 1st foot. ×267
Fig. 12. Endopod of 2nd foot. ×267
Fig. 13. 4th foot. ×267
Fig. 14. Endopod of 4th foot. ×267
Fig. 15. 5th foot. ×267

Male.

Fig. 16. Dorsal view. ×67
Fig. 17. Abdomen, lateral view. ×133
Fig. 18. Maxillipede. ×267

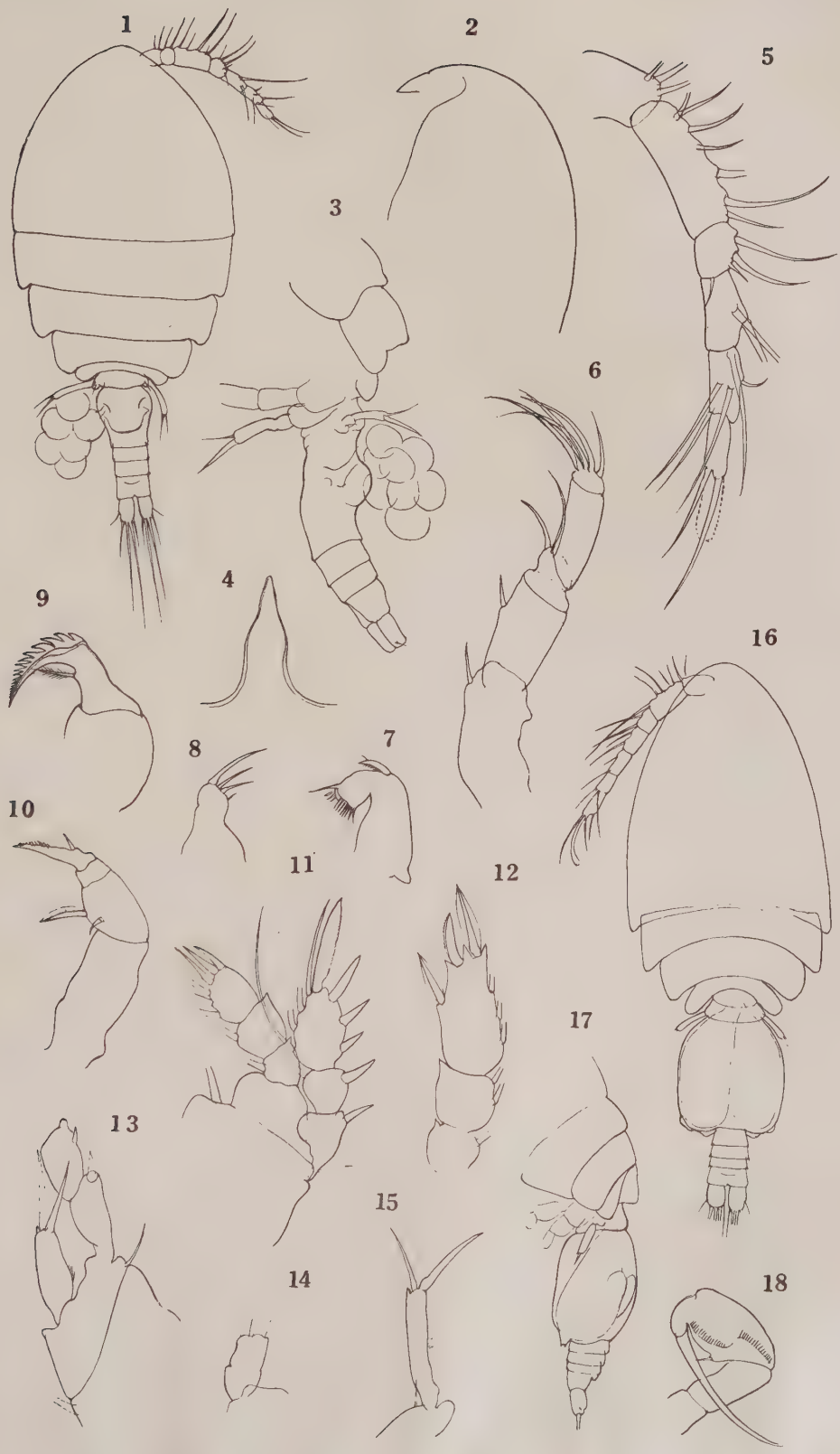

1
2
5
3
6
9
4
16
8
7
10
11
12
17
13
15
14
18

Plate XXXIV

Corycaeus (*Ditrichocorycaeus*) *andrewsi* Farran (Figs. 1–2)

Male.

Fig. 1. Abdomen, dorsal view. ×93

Fig. 2. Abdomen, lateral view. ×93

Corycaeus (*Ditrichocorycaeus*) *asiaticus* F. Dahl (Figs. 3–4)

Male.

Fig. 3. Abdomen, dorsal view. ×93

Fig. 4. Abdomen, lateral view. ×93

Corycaeus (*Ditrichocorycaeus*) *dahli* Tanaka (Figs. 5–7)

Female.

Fig. 5. Abdomen, dorsal view. ×133

Fig. 6. Abdomen, lateral view. ×133

Fig. 7. Abnormal furcal rami. ×133

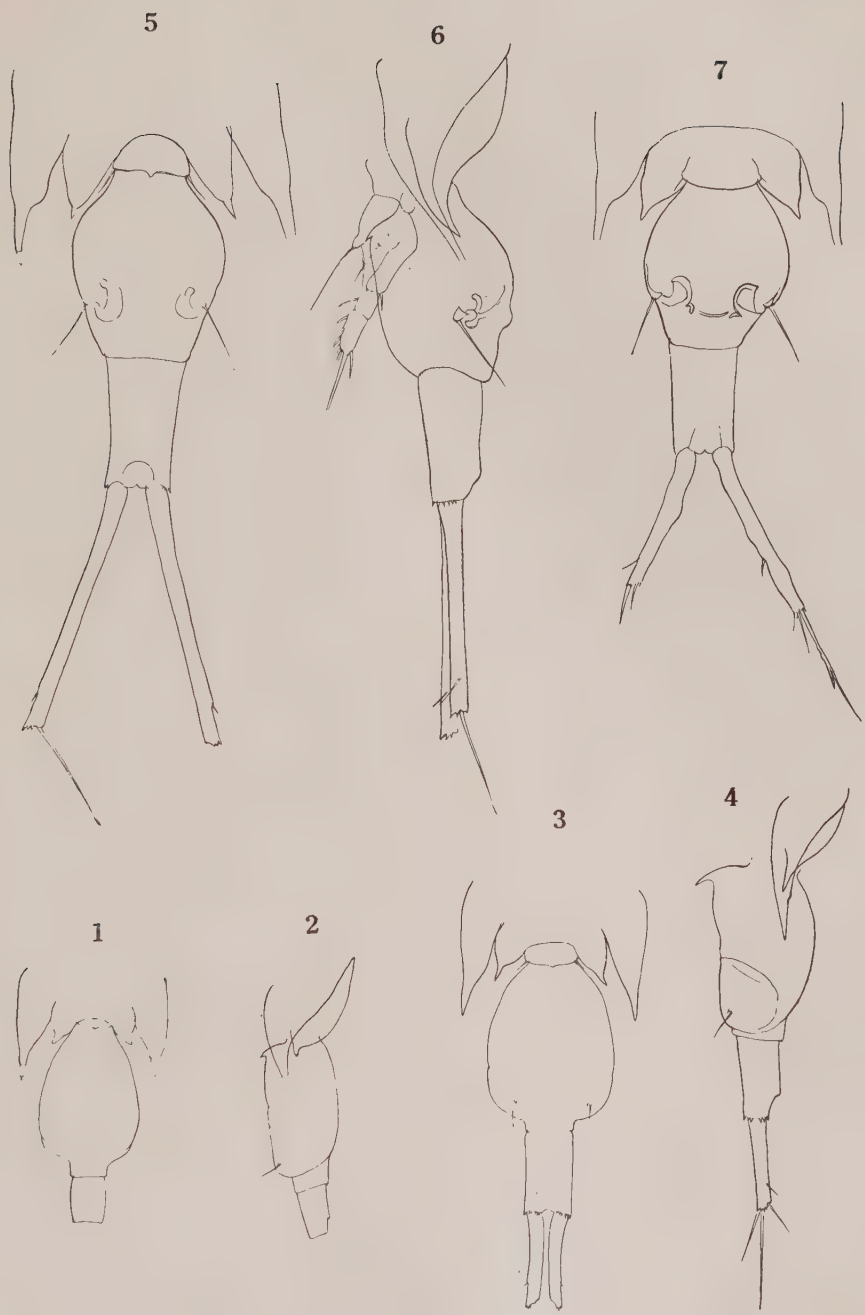

5
6
7
1
2
3
4

Plate XXXV

Corycaeus (*Ditrichocorycaeus*) *erythraeus* Cleve (Figs. 1–8)

Female.

Fig. 1. Last thoracic segment and abdomen, dorsal view. ×133

Fig. 2. Last thoracic segment and abdomen, lateral view. ×133

Fig. 3. 2nd antenna. ×267

Fig. 4. Terminal spine of exopod of 1st foot. ×267

Fig. 5. 2nd foot, ×133.

Fig. 6. Terminal spine of exopod of 2nd foot. ×267

Fig. 7. Terminal spine of exopod of 3rd foot. ×267

Fig. 8. 5th foot. ×267

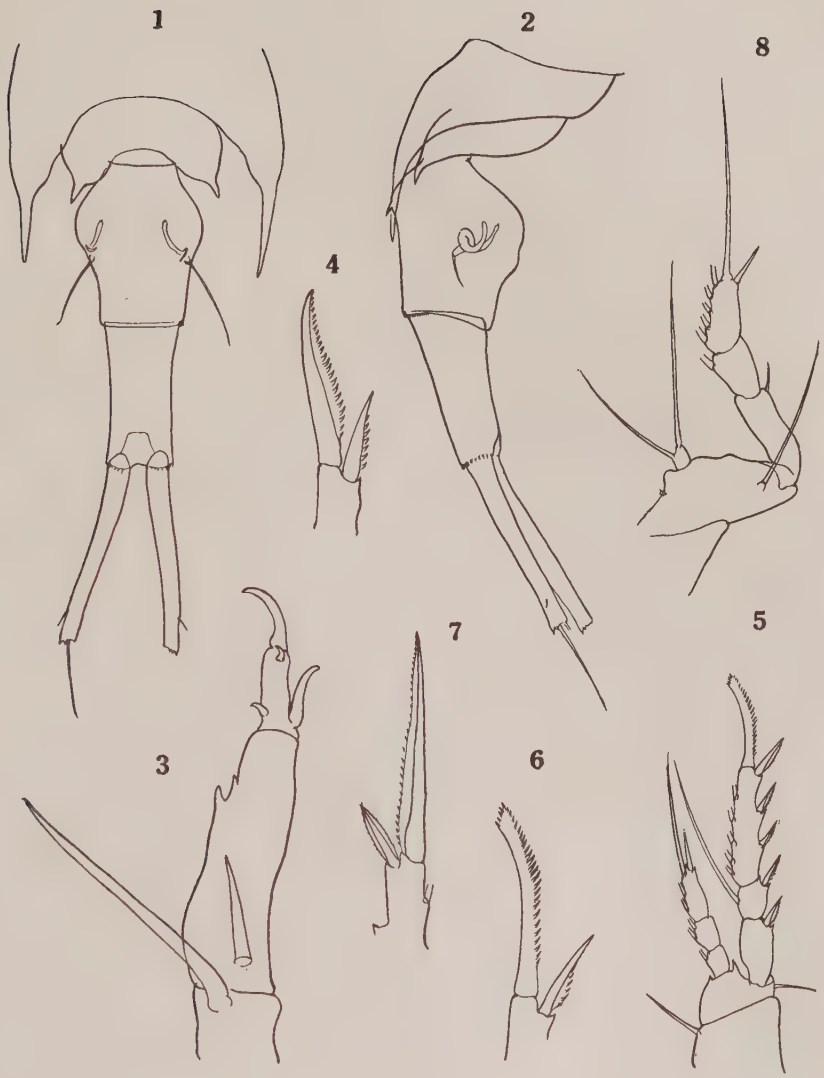

1
2
8
4
7
5
3
6

Plate XXXVI

Corycaeus (*Ditrichocorycaeus*) *subtilis* M. Dahl (Figs. 1–3)

Female.

Fig. 1. Abdomen, lateral view. ×133

Male.

Fig. 2. Dorsal view. ×93

Fig. 3. Abdomen, lateral view. 133

Corycaeus (*Onychocorycaeus*) *agilis* Dana (Figs. 4–5)

Male.

Fig. 4. Abdomen, dorsal view, specimen with long abdomen. ×133

Fig. 5. Abdomen, dorsal view, specimen with normal abdomen. ×133

Corycaeus (*Onychocorycaeus*) *giesbrechti* F. Dahl (Figs. 6–10)

Female.

Fig. 6. Dorsal view. ×67

Fig. 7. Abdomen, lateral view. ×133

Fig. 8. 2nd antenna. ×267

Male.

Fig. 9. Abdomen, dorsal view. ×133

Fig. 10. Abdomen, lateral view. ×133

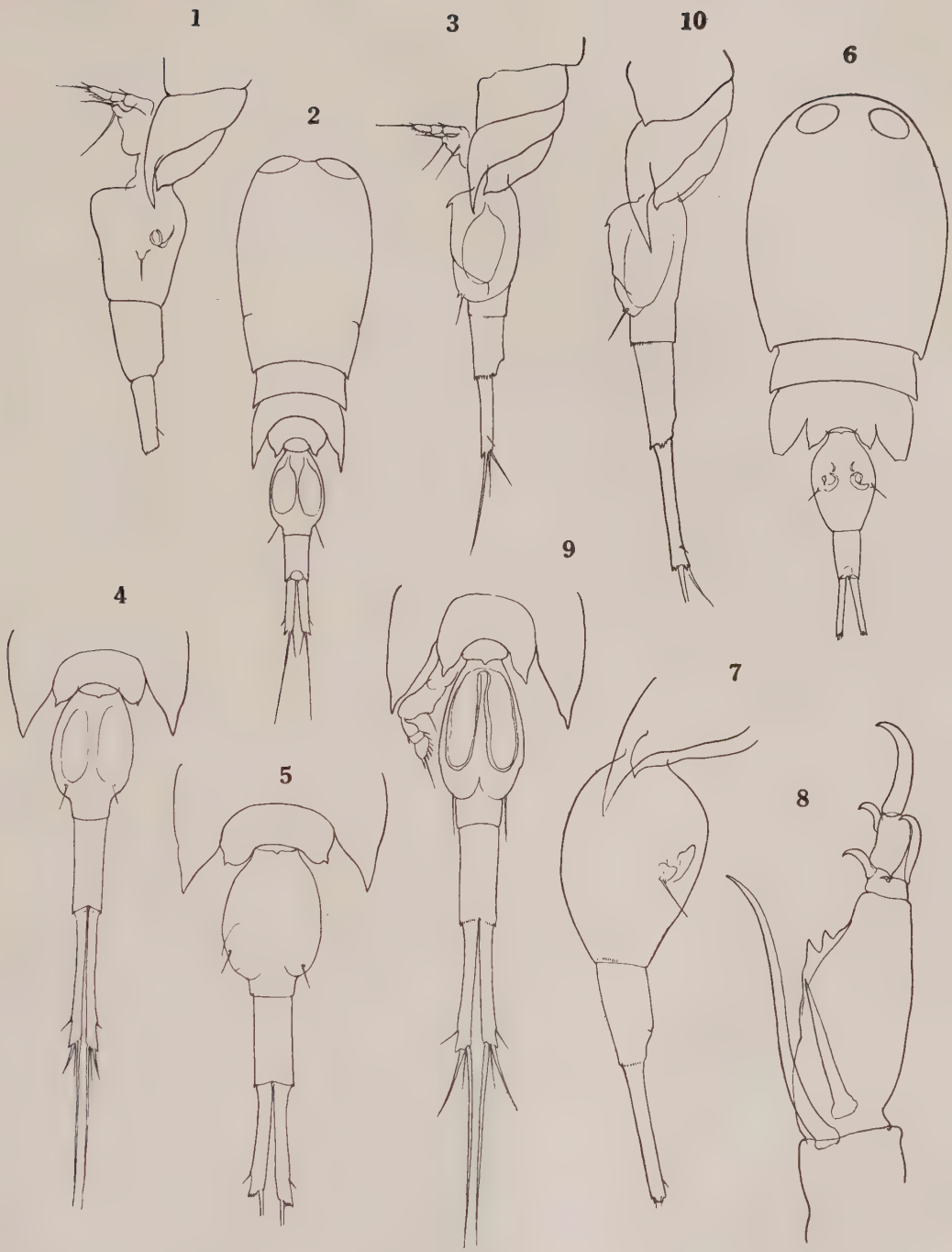

1
2
3
10
6
4
9
7
5
8

Plate XXXVII

Corycaeus (*Onychocorycaeus*) *pacificus* F. Dahl (Figs. 1–3)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×67
Fig. 2. Abdomen, dorsal view. ×93
Fig. 3. Abdomen, lateral view. ×93

Corycaeus (*Onychocorycaeus*) *pumilus* M. Dahl (Figs. 4–8)

Male.

Fig. 4. Cephalothorax, dorsal view. ×133
Fig. 5. Abdomen, dorsal view. ×133
Fig. 6. Abdomen, lateral view. ×133
Fig. 7. 2nd antenna. ×267
Fig. 8. Exopod of 2nd foot. ×267

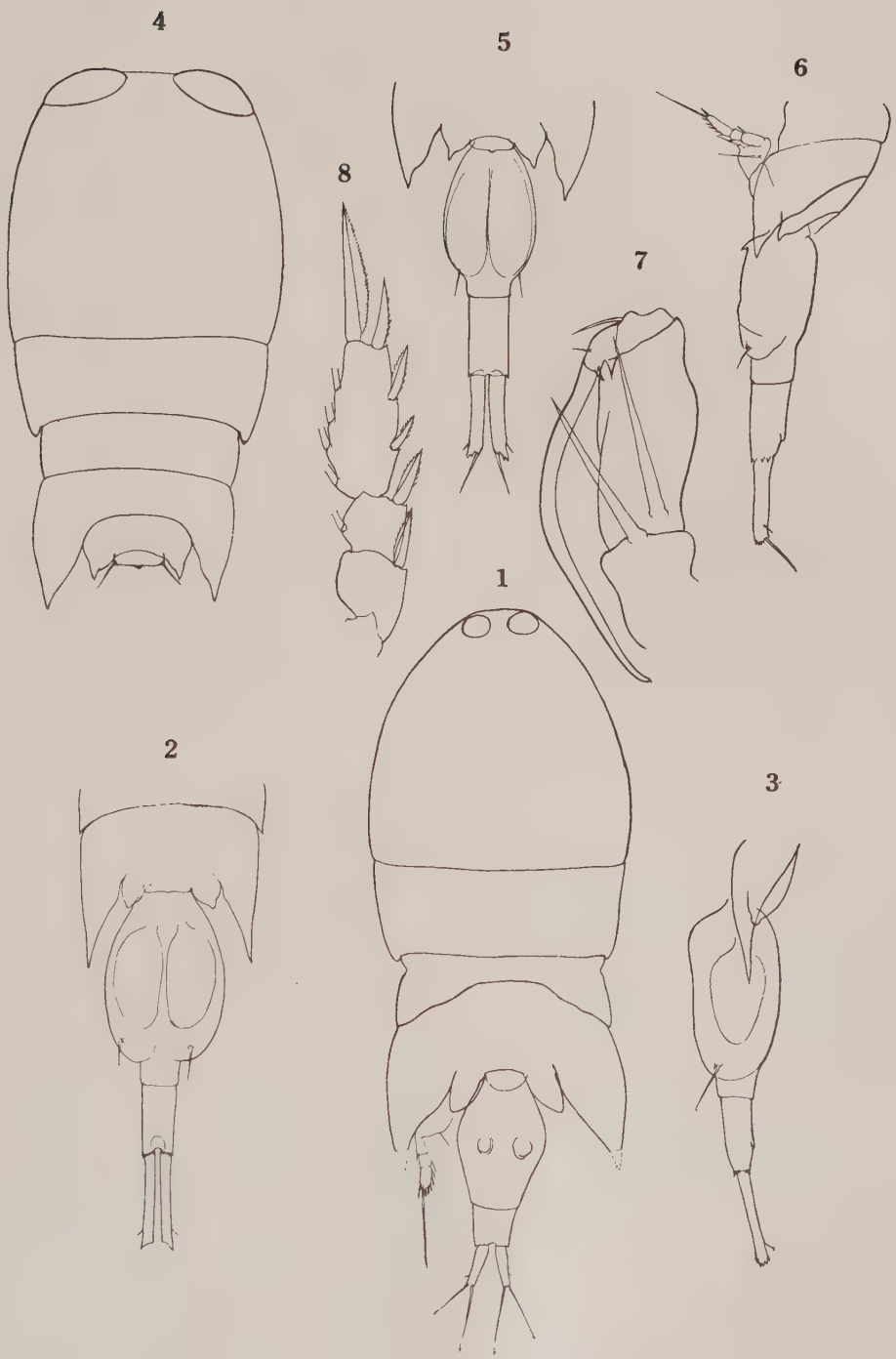

4
5
6
8
7
1
2
3

Plate XXXVIII

Corycaeus (*Corycella*) *carinatus* Giesbrecht (Figs. 1–3)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×67

Fig. 2. Abdomen, lateral view. ×133

Fig. 3. Abdomen, dorsal view. ×133

Corycaeus (*Corycella*) *concinnus* Dana (Figs. 4–7)

Female.

Fig. 4. Abdomen, dorsal view. ×133

Fig. 5. Abdomen, lateral view. ×133

Fig. 6. Abdomen, dorsal view. other specimen (0.81mm), ×133

Male.

Fig. 7. Abdomen, lateral view. ×133

Corycaeus (*Corycella*) *curtus* Farran (Figs. 8–11)

Female.

Fig. 8. Abdomen, dorsal view. ×133

Fig. 9. Abdomen, lateral view. ×133.

Fig. 10. 1st foot. ×267

Fig. 11. 3rd and 4th feet. ×267

Corycaeus (*Corycella*) *gibbulus* Giesbrecht (Fig. 12)

Male.

Fig. 12. Abdomen, lateral view. ×133

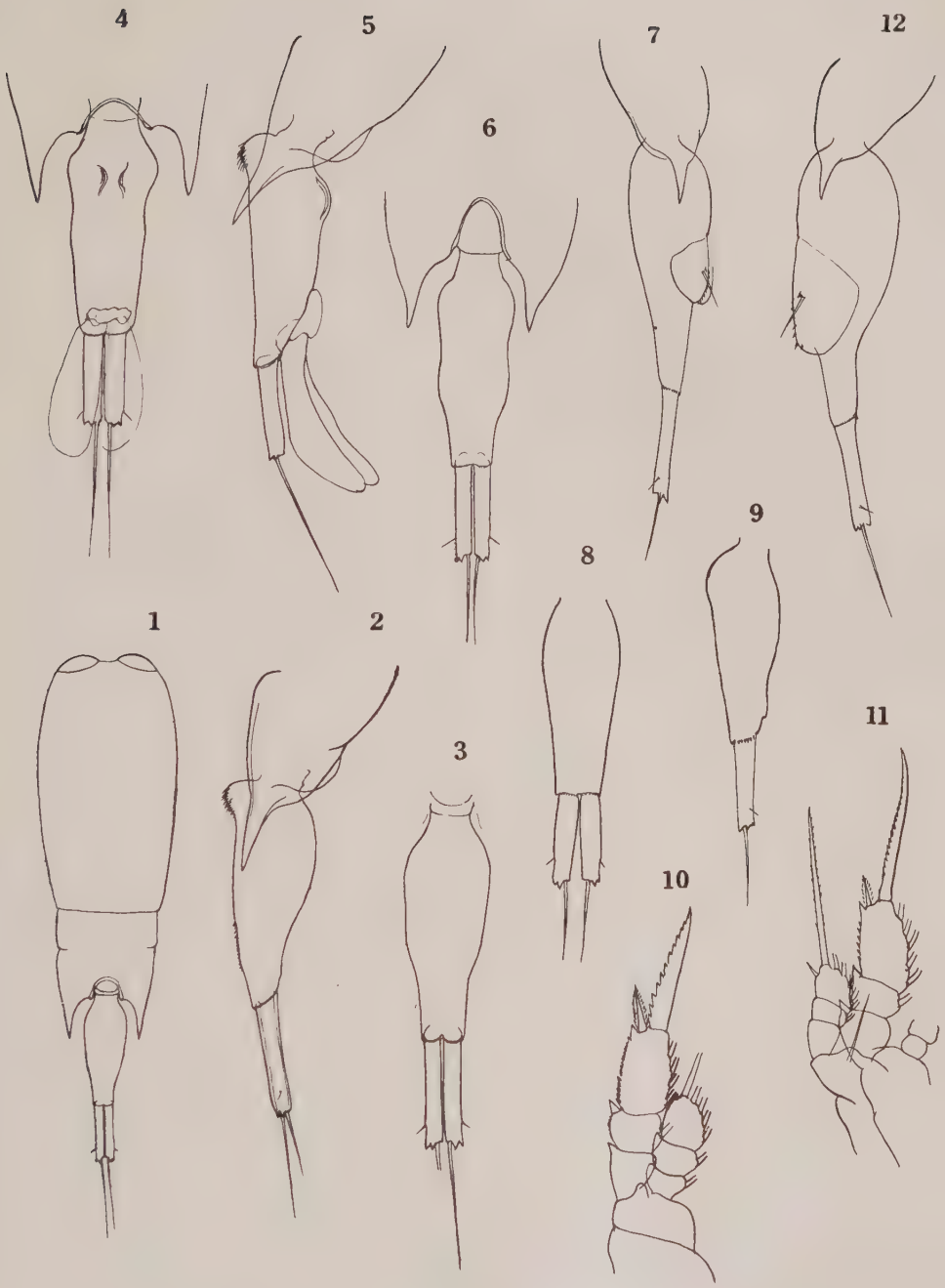

4
5
6
7
12
1
2
3
8
9
11
10

Plate XXXIX

Corycaeus (*Corycella*) *longicaudis* Dana (Figs. 1–4)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×67

Fig. 2. Lateral view. ×67

Fig. 3. Abdomen, dorsal view. ×133

Fig. 4. 4th foot. ×167

Corycaeus (*Corycella*) *rostratus* Claus (Figs. 5–9)

Female.

Fig. 5. Lateral view. ×67

Fig. 6. Abdomen, dorsal view. ×133

Fig. 7. Abdomen, lateral view. ×133

Male.

Fig. 8. Abdomen, lateral view. ×133

Fig. 9. 1st foot. ×267

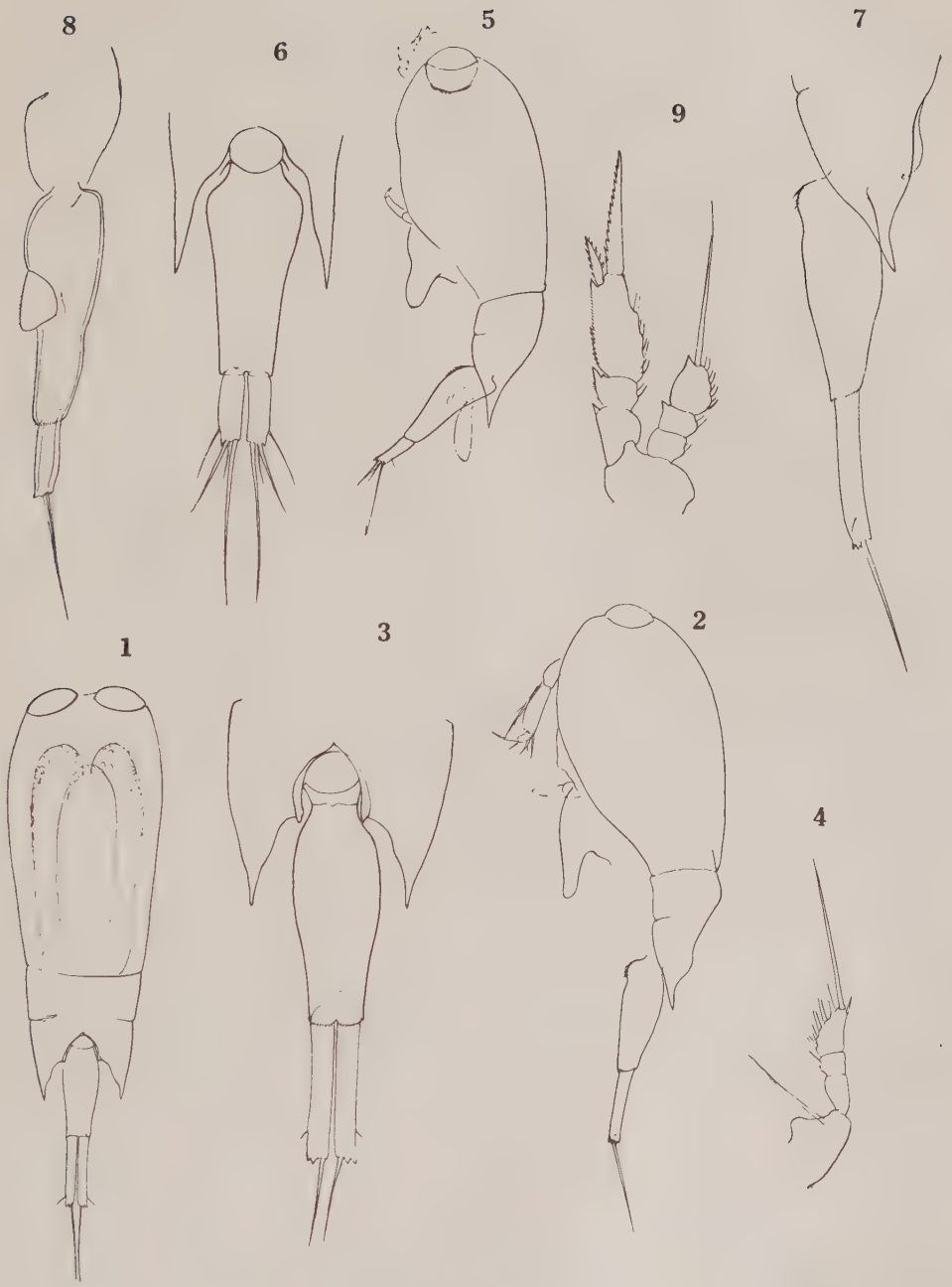
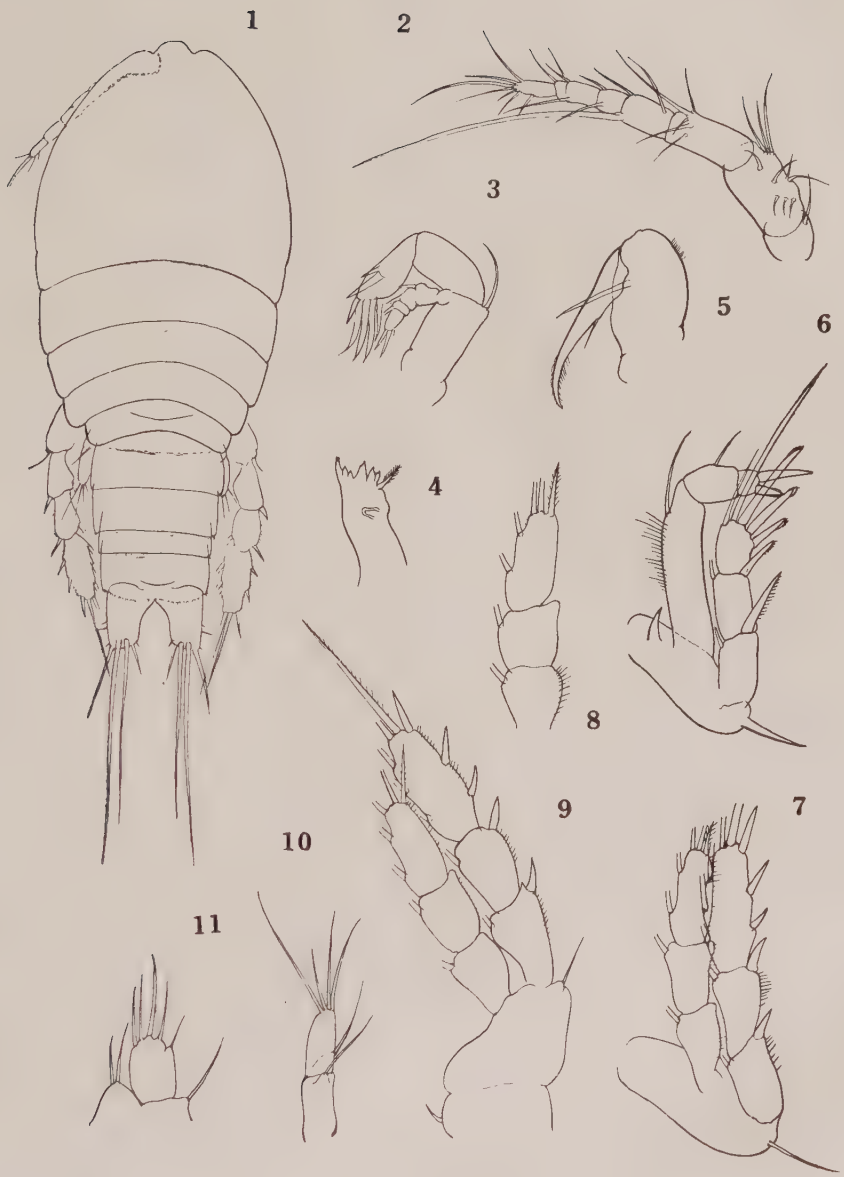

8
6
5
9
7
1
3
2
4

Plate XL

Tisbe racovitzai Giesbrecht (Figs. 1–11)

Female.

Fig. 1. Dorsal view. ×133
Fig. 2. 1st antenna. ×267
Fig. 3. 2nd antenna. ×267
Fig. 4. Mandible blade. ×267
Fig. 5. 2nd maxilla. ×267
Fig. 6. 1st foot. ×267
Fig. 7. 2nd foot. ×267
Fig. 8. Endopod of 3rd foot. ×267
Fig. 9. 4th foot. ×267
Ftg. 10. 5th foot, anterior view. ×267
Fig. 11. 5th foot, posterior view. ×267


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

BIOLOGICAL RESULTS
OF
THE JAPANESE ANTARCTIC RESEARCH EXPEDITION

1. TANITA, Senji: Sponges. 1959. ¥ 50
2. NAKASEKO, Kojiro: On Superfamily Liosphaericae (Radiolaria) from sediments in the sea near Antarctica (On Radiolaria from sediments in the sea near Antarctica. Part 1). 1959. ¥ 150
3. HIRANO, Minoru: Notes on some algae from the Antarctic collected by the Japanese Antarctic Research Expedition. 1959. ¥ 150
4. HATAI, Kotora: A new rhynchonellid (Brachiopoda) from Antarctica. 1959. ¥ 50
5. TOKIOKA, Takasi: *Amaroucium erythraeum* Michaelsen, a compound ascidian from the Cape Province. 1959. ¥ 50
6. YOSII, Riozo: Collembolan fauna of the Cape Province, with special reference to the genus *Seira* Lubbock. 1959. ¥ 150
7. GAMÔ, Sigeo: On a cumacean Crustacea (*Diastylis corniculatus* Hale) obtained by the Second Japanese Antarctic Research Expedition (1957–58). 1959. ¥ 50
8. UTINOMI, Huzio: Pycnogonida of the Japanese Antarctic Research Expeditions 1956–1958. 1959. ¥ 100
9. MATSUBARA, Kiyomatsu and IWAI, Tamotsu: Fishes. 1959. ¥ 50
10. TANAKA, Otohiko: Pelagic Copepoda. 1960. ¥ 700

Price ¥ 700